組込みソフトウエア技術者育成
～業務の鳥瞰～

クオリティクリエイト株式会社
塩沢　潤一

QE & EQ
Quality Create

目的

QE & EQ
Quality Create

- 広範な工業製品に使用されているマイクロコンピュータのソフトウエアを開発する技術者の育成の為に、必要なことを明らかにする。
- ソフトウエア技術者の育成方法について説明する。
- ソフトウエア技術者の育成の現状の課題について意見交換を行う。

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

目次

QE & EQ Quality Create

- 講師自己紹介
- 組込みソフトウエアを取り巻く状況
- 組込みソフト技術者が必要とする
  - ソフトウエア知識体系
  - ソフトウエア品質の知識
  - コミュニケーションスキル
- 組込みソフト技術者の能力向上策

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

講師の自己紹介

QE & EQ Quality Create

1975-1979 カラーTVの電気系の企画設計
水平偏向回路の信頼性改善
水平偏向半導体デバイスの評価
カラーTV偏向ヨークの磁界最適化（ミニコンHP21MXによる自動計測システム開発）
1979-1989 VTRの電気・機械系における生産設備開発
テープパス安定化設計による自働調整化（リアルタイムカーネルと同時調整ソフト開発）
VTRヘッド供給高周波バイアス回路のロバスト設計
1989-1998 ソニーLSIデザイン株式会社にて組込みソフト開発体制立ち上げ
1Chip VTRはじめ、ソニーマイコンの組込みシステムを開発
1998-2001 ソニー半導体品質保証
2001-2006 半導体における人事研修体制構築と品質工学の導入推進と実践コンサルティング
導入研修体系の企画と実施、経営トップに対する導入説得、
実践ワークショップの実施、マネジメントワークショップの実施、
個別テーマコンサルティング、 品質工学導入・実践推進メンバー育成
2006.7～ クオリティクリエイト株式会社 品質改善コンサルタント

社外活動
日本情報処理開発協会マイコン応用システム系委嘱業務（1995-1997年）
品質工学会活動
品質工学座談会「日本の半導体産業が抱える課題を探る」（2003年 2月）
品質工学企業交流会 三洋電機（株）東京製作所 パネラー発表（2003年 2月）
東北品質工学研究会「ソニー半導体における品質工学の導入と推進」（2004年11月）
経営における品質工学研究委員会「ソニー半導体の品質工学」（2005年11月）
J-APT MBTI認定ユーザー

® Myers-Briggs Type Indicator and MBTI are registered trademarks of the Myers-Brigg Type Indicator Trust in the United States and other countries.
©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

組込みソフトウエアを取り巻く状況

- 自動車業界
- 携帯業界
- デジタル家電業界
- 情報産業の売上高推移

QE & EQ
Quality Create

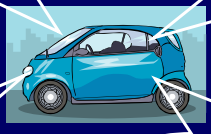
自動車業界

QE & EQ
Quality Create

無線通信（携帯電話・衛星回線・インターネット）

情報通信
（カーナビ、VICS、ETC、ITS）

ボディ制御
（エアコン制御・エアバック・
電子メータ・多重通信）



パワートレイン制御
（エンジン制御・
トランスミッション制御）

車両制御
（サスペンション制御・
定速走行制御・
パワーステアリング制御・ABS）

地球環境・排気ガス規制法案

車載ネットワーク（CAN: Controller Area Network）

VICS：Vehicle Information and Communication System　ETC：Electronic Toll Collection System

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

自動車業界のITS

QE & EQ Quality Create

高度情報化通信社会におけるカーマルチメディアサービスの利用

- ナビゲーションシステムの高度化
- 自動料金収受システム
- 安全運転の支援
- 交通管理の最適化
- 道路管理の最適化
- 公共交通の支援
- 商用車の効率化
- 歩行者等の支援
- 緊急車両の運行支援

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

携帯業界

QE & EQ Quality Create

■W-CDMA携帯電話機の開発には最新のソフト開発技術が必要

回路規模	25,000	50,000	70,000	数十万～数百万
SWメモリ（バイト）	数百K	2M	4M	十数M～
	1993頃	1996～1998頃	1999頃	2001頃～
	アナログLSI	既存PDC向けLSI	SoC型PDC	W-CDMA

■ソフトウェアが携帯電話機を情報端末に変える

1999年以前	2000年以降
テキスト・データ通信制御 簡易PIM 機器ごとにほぼ全てのコードを記述し、コード量を削減する	画像を含むデータ通信制御 WWWブラウザ等のGUI OSを使用しSW部品の再利用を容易にする

W-CDMA：Wideband Code Division Multiple Access　PDC：Personal Digital Cellular

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

携帯業界の組込みソフト

QE & EQ Quality Create

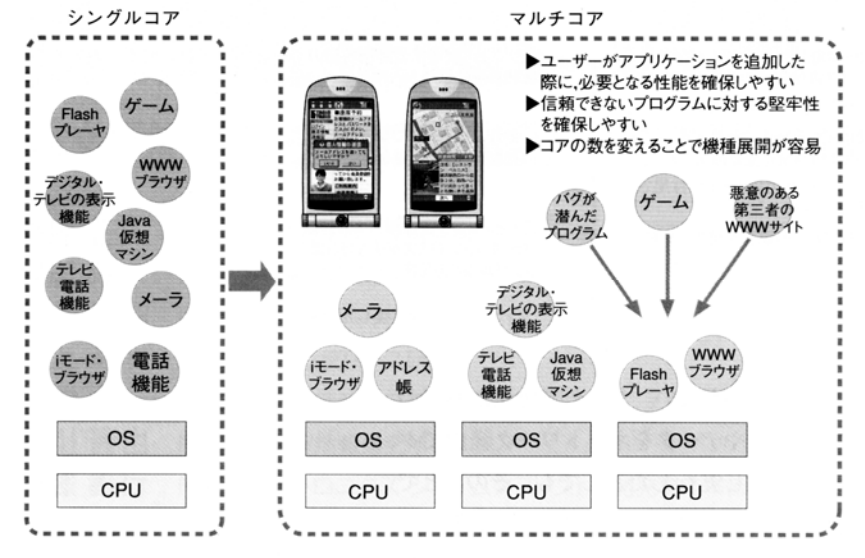
携帯ソフトの約60%以上が、ヒューマンインターフェース
10万件以上の検証項目
数千人規模による開発マネジメント

低消費電力（パワーマネジメント）
MPU、DSP処理能力向上

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

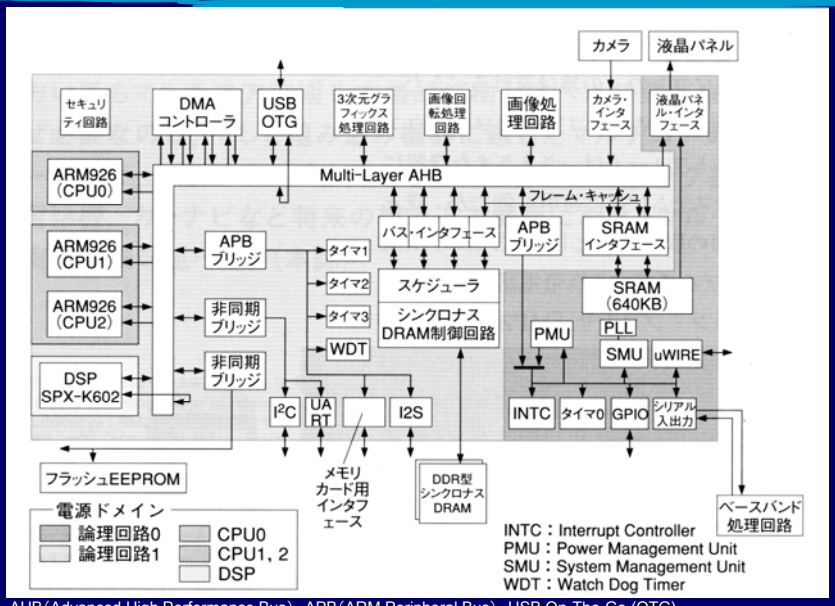
大規模システムのCPUのマルチコア化

QE & EQ Quality Create



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

マルチコアを含むシステムLSIの構成例



AHB（Advanced High Performance Bus）、APB（ARM Peripheral Bus）、USB On-The-Go (OTG)

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

システムLSIのチップと仕様

(a) チップ画像

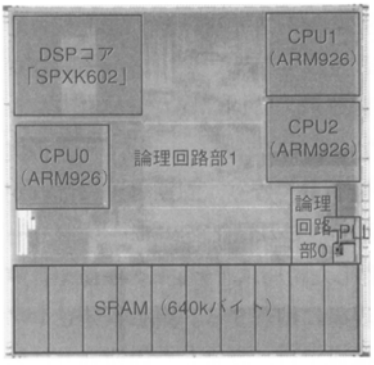


図4　チップ面積は80.1mm²
寸法は8.95mm×8.95mmである。0.13μmルールのCMOS技術で製造する。CPUコアとDSPコアは200MHz，それ以外の論理回路は100MHzで動作する(a, b)。

(b) 仕様

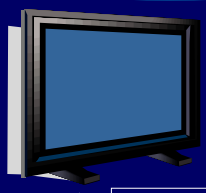
ダイの大きさ	8.95mm × 8.95mm
製造技術	0.13μm 6層配線
トランジスタ数	6658万個
電源電圧	+1.2V（200MHz動作時）
	+1.0V（12MHz動作時）
電源電圧（入出力部）	+1.8V
動作周波数	200MHz（ARMコアおよびDSPコア）
	100MHz（AHBバスやその他の回路）
消費電力	120mW（+1.2V動作，H.264処理時）
メモリ	640Kバイトの SRAM
	128Kバイトの DSP用メモリ
	16Kバイトの DSP用キャッシュ
	16Kバイトの命令キャッシュ 16Kバイトのデータ・キャッシュ（1つのCPUコア当たり）

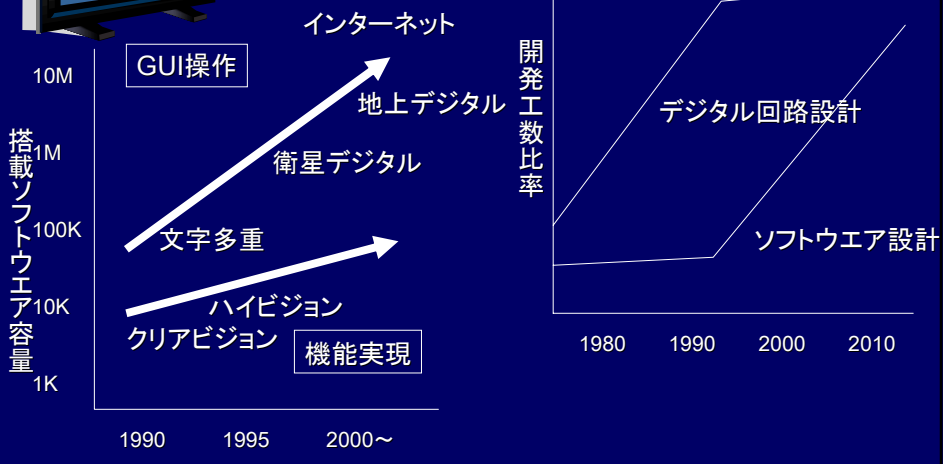
AHB（Advanced High Performance Bus）

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

デジタル家電業界

QE & EQ
Quality Create



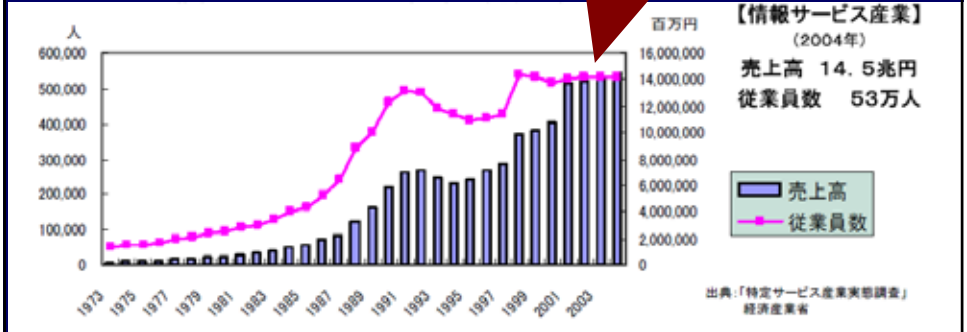


©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

情報産業の売上高推移

QE & EQ
Quality Create

ソフトウエア開発技術者の不足
プロジェクトマネジャの不足
海外への業務シフト



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

組込みソフト技術者が必要とするソフトウエア知識体系

- 組込みシステム開発工程
- 組込みシステムのソフトウエア技術
- 組込みシステムのハードウエア技術
- リアルタイムシステムの構築技術
- マイコンによる制御技術
- 組込みシステムの開発支援技術

QE & EQ
Quality Create

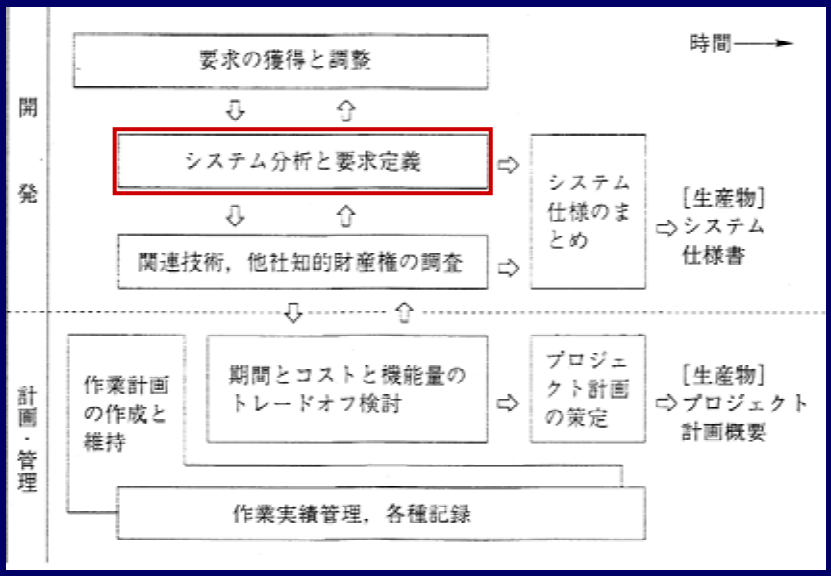
組込みシステム開発工程

- システム分析と要求定義
- システム設計
- 開発計画
- ソフトウエア設計
- プログラム作成とプログラムテスト
- ハードウエアとソフトウエアの結合テスト
- システム評価
- ソフトウエア保守

QE & EQ
Quality Create

システム分析と要求定義（概観）

QE & EQ Quality Create



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

システム分析と要求定義で行うこと

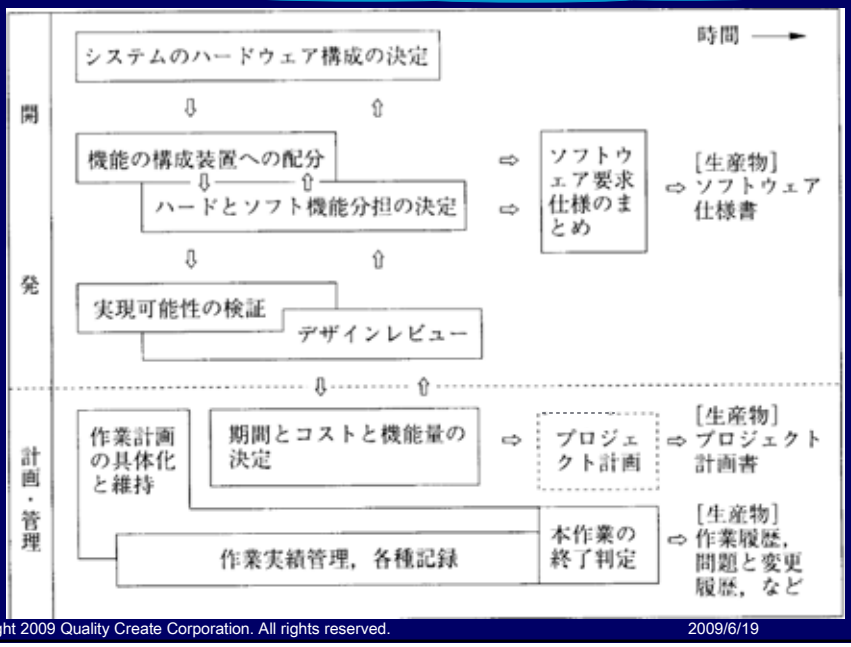
QE & EQ Quality Create

- 機能要求の体系的な分析と定義
  - 要求機能項目を体系化する
  - 要求機能項目を体系的に記述する手法
- ネットワーク条件や外部I/F仕様の分析と定義
  - 通信I/Fによる接続時の取り決め項目
- ヒューマンインターフェース（HI）仕様分析と定義
  - 表示項目、操作項目の抽出
  - HIデバイスの種類と選定
  - 表示レイアウトの決定
  - 操作や表示シーケンスの決定性能条件の分析と定義
  - 応答時間
  - 処理容量
- 信頼性安全条件の分析と定義
  - システムに要求される信頼性安全レベルの検討
  - フェイルセーフとファイルソフト
  - 後工程での確実な実施の為の作業指針の具体化
- 保守条件の分析と定義
  - システムの耐用期間
  - 保守部品の確保
  - 保守体制
  - 保守体制維持コスト
  - 保守契約
- その他の制約条件の分析と定義
  - 互換性、標準化、規格
  - 設置スペース、装置サイズ
  - 環境条件
  - 携帯機器の使用条件
- 要求定義内容のレビュー
  - 各種機能項目や各条件の正確性や妥当性
  - 機能項目や各種条件間での一貫性や無矛盾性

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

システム設計の作業内容

QE & EQ Quality Create



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

システム設計で行うこと

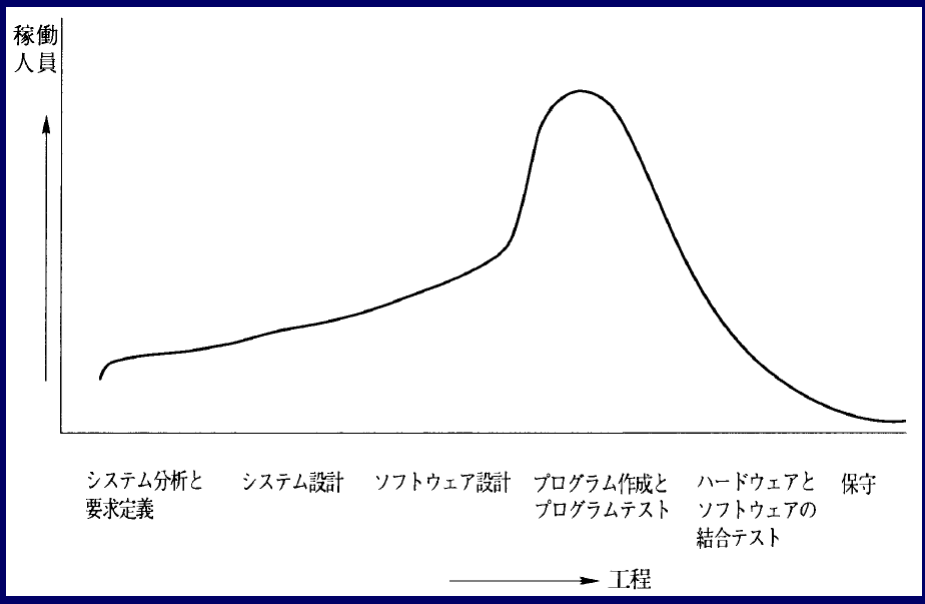
QE & EQ Quality Create

- システムのハードウエア構成の決定
  - システム仕様の理解
  - システムの構成装置への分割
  - 外部装置とのI/F機能を分担する装置の決定
  - 装置間の通信方式の決定
  - 装置内部の構成の決定
  - ユニット間のI/F方式の決定
- システム機能の各構成装置への配分
  - 要求機能の分割配置に伴う機能追加とその評価
  - 初期化機能の追加とその評価
  - RAS機能の追加とその評価
  - 多重化制御機能の追加とその評価
  - 装置間、ユニット間I/F方式の評価
  - 装置間、ユニット間I/Fの定義
- ハードウエアとソフトウエア間の機能分担の決定
  - ハードウエアとソフトウエアとの機能分担の留意点
  - ハードウエアとソフトウエア間のI/F仕様の定義
- 実現可能性の検証とデザインレビュー
  - デザインレビュー
  - 実験による実現可能性の検証
- ソフトウエア仕様のまとめ
  - ソフトウエア仕様の確定
  - ソフトウエア仕様の記述項目
  - ソフトウエア設計条件の明確化
  - 不確定要因の明確化
- 期間とコストと機能量の決定
  - 作業項目と作業量と期間、開発資源とコストの見積もり
  - 開発期間やコストと機能量のバランスの吟味
- 作業計画の具現化と維持
  - 段階的に進む設計作業
- 作業実績管理、各種記録
  - 作業実績管理
  - 品質保証と管理
  - 知的財産権への配慮
- 作業終了判定
  - 進捗状況
  - 仕様変更や問題発生状況

RAS（Reliability, Availability, Serviceability）

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

開発工程と稼動人員の関係



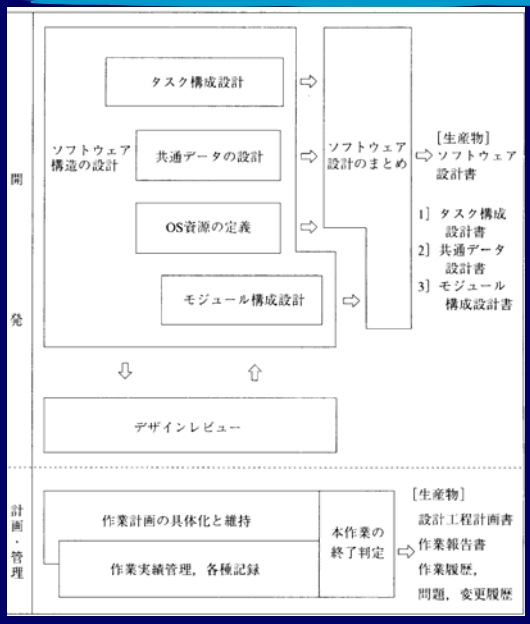
©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

開発計画で行うこと

- 計画の重要性
  - 計画の意義
  - 組込みシステムにおけるソフトウエア開発計画の重要性
  - ハードウエア開発計画との整合性
- 工程計画
  - 工程計画手順
  - 工程管理計画
  - 教育計画
- 開発環境整備
  - 基本的な考え方
  - 開発ツール環境
  - 開発機器
  - 標準化
- レビュー計画
  - レビューの目的
  - レビュー計画
- ハードウエアとソフトウエアの結合テスト計画
  - 結合テスト開始時期の決定
  - 試験場所の計画
  - 試験準備計画
  - 人員計画
- 組込みシステムの品質保証計画
  - 品質目標計画
  - 品質管理計画
- 構成管理計画
  - 構成管理の対象
  - 構成管理運用ツール
- 保守計画
- 開発計画書の作成

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ソフトウエア設計作業内容



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ソフトウエア設計で行うこと

- ソフトウエア設計作業の概観
  - ソフトウエア設計の位置づけ
  - OSの利用について
- シフトウエア構造の決定
  - タスク構成設計
  - 共通データーの設計
  - OS資源の定義
  - モジュール構成設計
- デザインレビュー
  - 各作業の実施方法と内容の確認
  - 機能（サービス）の実現の確認
  - タスク構成設計の評価
  - モジュール構成設計の評価
- ソフトウエア設計のまとめ
  - ソフトウエア設計のまとめの意義
  - ソフトウエア設計のまとめの単位
- 作業計画の具体化と維持
  - タスク、モジュールごとの作業項目の洗い出しと担当者の割り当て
  - 月単位や週単位etcの進捗計画の作成
  - デザインレビュー実施準備及びその開催と運営
- 作業実績管理、各種記録
  - 進捗管理作業過程の記録
- 作業終了判定

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

プログラム作成とプログラムテストで行うこと

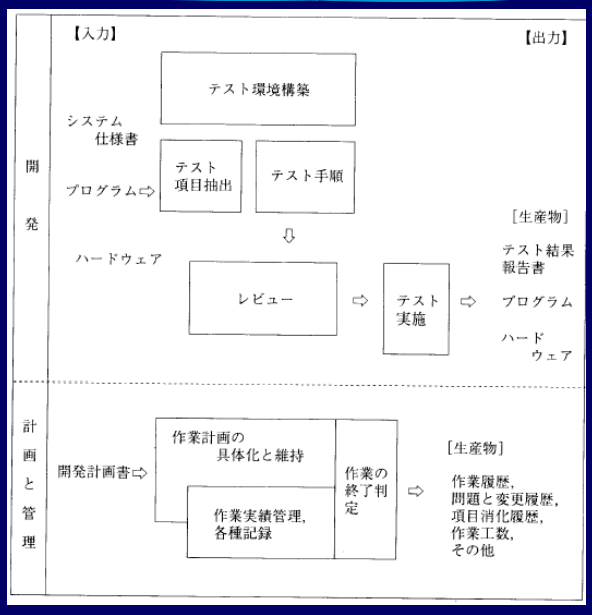
QE & EQ Quality Create

- 作業の概観
  - プログラム作成とプログラムテスト作業の意義
  - プログラムテストとハードウエアとソフトウエアの結合テストの違い
  - プログラム作成とプログラムテスト作業の流れ
- プログラム作成とプログラムテスト作業の推進
  - プログラミングの標準化
  - プログラム作成環境の整備
  - プログラム単体テスト項目抽出
  - プログラム単体テスト環境の構築と維持
  - プログラム単体テストの実施
  - システム編集
  - プログラムテスト
  - プログラムテスト抽出項目
  - プログラムテスト環境の構築と維持
  - プログラムテストの維持
  - 障害の切り分け
- コードレビューとテスト項目レビュー
  - コードレビュー
  - テスト項目レビュー
  - レビューチェックリストの作成
  - レビュー結果の報告
- 作業計画の具体化と計画の維持
  - 人員の割り当てと設備やツールの割り当て
  - 進捗管理方法と品質管理方法の徹底
  - ハードウエアの開発進捗の確認
  - 詳細作業計画の策定と実行
- 作業実績管理、各種記録
  - 進捗管理
  - 作業実績管理
  - プログラム変更履歴管理
  - 障害の根本原因と対処方法
  - 他社知的財産権
- 作業終了判定
  - プログラム作成作業の終了基準
  - プログラムテスト作業の終了基準

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ハードウエアとソフトウエアの結合テスト概観

QE & EQ Quality Create



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ハードとソフトの結合テストで行うこと

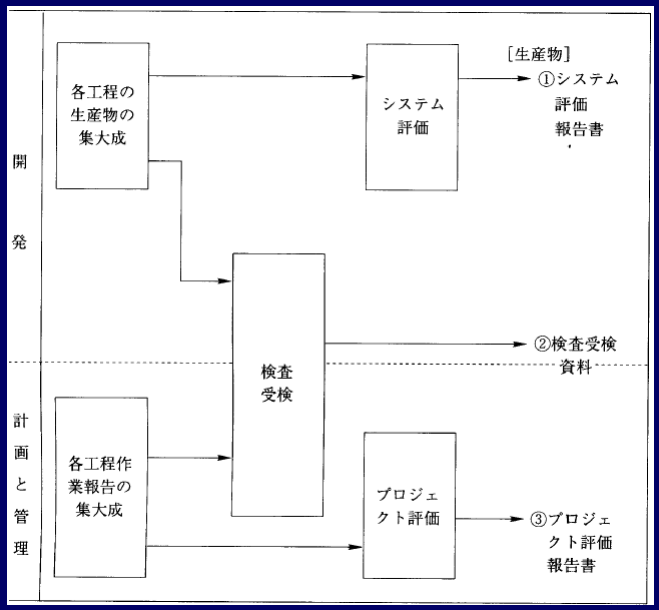
QE & EQ Quality Create

- テスト環境構築
  - テスト環境構築の心得
  - テスト環境構築作業の進めかた
  - 実務上の検討事項
- テスト項目抽出とテスト手順の決定及びレビュー
  - ハードウエアとソフトウエアの結合テストの狙い
  - 結合テスト戦略の立案
  - テスト実行順序の決定テスト手段の決定
  - テスト項目の抽出
  - テスト評価基準
  - テスト計画書の作成
  - 結合テスト仕様書レビュー
- テストの実施
  - プロジェクトリーダの役割
  - 教育
  - 他部門との交渉
  - 不測の事態への対処
  - 障害の切り分け
  - 最終バージョンでの確認テスト
- 作業計画の具体化と計画の維持
  - テスト要因の割り当て
  - 環境の仕様順序の割り当て
- 作業実績管理、各種記録
  - 全体進捗会議
  - 管理すべき項目
  - 並行テストにおける記録
  - 管理情報の視覚化
- 作業終了の判定
  - 結合テスト作業の終了判定
  - テスト結果のまとめ

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

システム評価作業の流れ

QE & EQ Quality Create



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

システム評価で行うこと

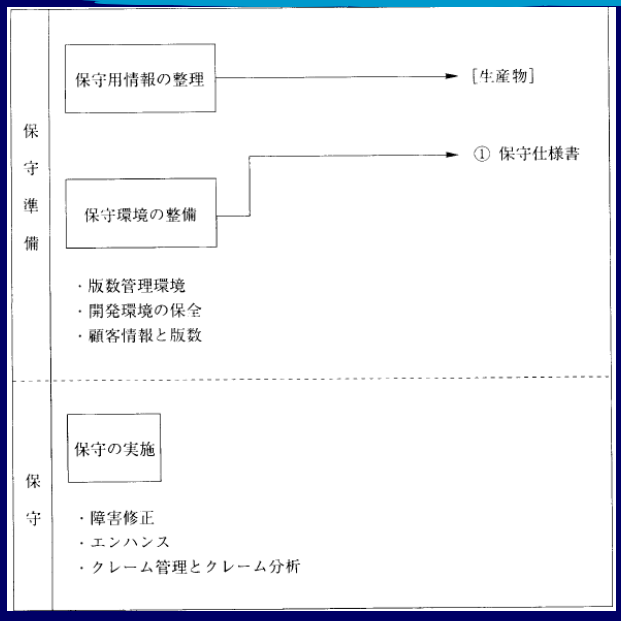
QE & EQ Quality Create

- 検査受検
  - 各工程での生産物の整理
  - 各工程での管理作業結果の整理
- システム評価
  - システム評価の目的とその重要性
  - システム評価の体系
  - システム評価項目
  - システム評価の手順
- プロジェクト評価
  - プロジェクト評価の意義
  - プロジェクト評価対象
  - 評価者
  - プロジェクト評価のまとめ

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ソフトウエア保守の作業内容

QE & EQ Quality Create



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ソフトウエア保守で行うこと

QE & EQ Quality Create

- 保守用情報の整理
  - 各使用書類とその保管場所
  - 各設計書類とその保管場所
  - プログラムの保管場所
  - 開発記録の保管場所
  - 開発環境の操作方法
  - 改版の記録
- 保守環境の整備
  - 版数管理システム
  - 顧客情報管理システム
  - 開発環境
- 保守の実施
  - システム改善
  - 変更管理とクレーム管理

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

組込みシステムのソフトウエア技術

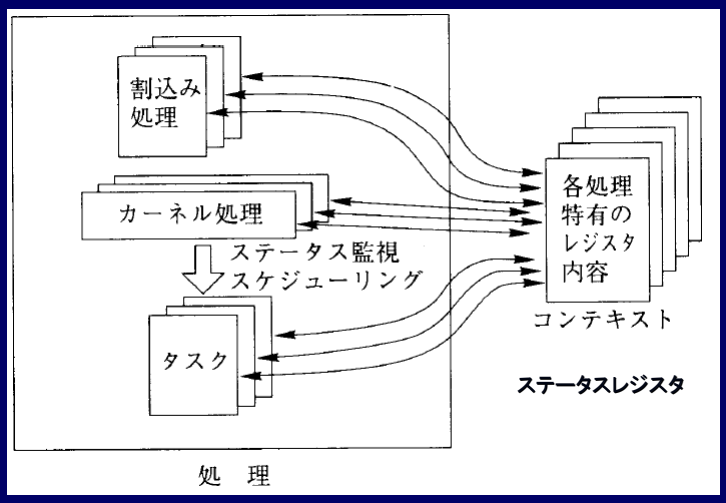
- 資源に関する基礎知識
- 資源管理技術
- 入出力制御技術
- プログラム作成支援技術

QE & EQ Quality Create

資源に関する基礎知識（1）

QE & EQ Quality Create

- タスクとコンテキスト



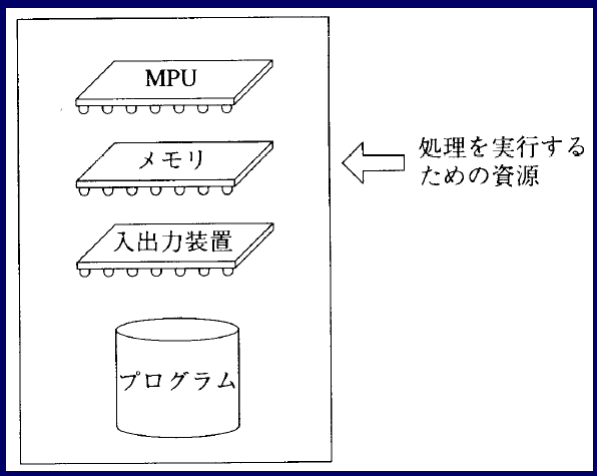
コンテキスト（デバイスが使われている状況）

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

資源に関する基礎知識（2）

QE & EQ Quality Create

- 処理と資源



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

資源に関する基礎知識(3)

QE & EQ Quality Create

- タスクとコンテキスト
  - 処理単位
  - 非同期と同期
  - タスクの構成資源
  - 実行モードと起動モード
  - 実行環境
- 処理の階層化による資源配分
  - 処理の階層化とカーネル
  - 暗黙的資源配分と明示的資源配分
  - タスクの資源配分
  - 資源配分技術の応用
  - カーネルによる時間管理
- 資源配分技術
  - クリティカルセクション
  - 同期制御と排他制御
  - 排他制御の技法
  - キューイング技法
  - タスク間通信
  - デッドロック

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

資源管理技術

QE & EQ Quality Create

- MPU資源の管理
  - スケジューリング
  - タイムスライス
  - イベントドリブン(事象駆動)
- メモリ資源の管理
  - メモリ空間の管理
  - メモリプールの管理
  - プログラムパーティション
- プログラム資源の管理
  - リユーザブルとリエントラント
  - セグメント
  - オーバレイ
  - ロールイン/ロールアウト
  - ワーキングセット
- 入出力資源の管理
  - 複数タスクの同時使用
  - 入出力待ち時間の有効利用

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

入出力制御技術

QE & EQ Quality Create

- 入出力資源の特徴と効果的な活用方法
  - 入出力資源の排他性
  - 割込みの利用
  - 入出力資源の同時使用
- 制御方法
  - リエントラント性
  - 非同期性
  - 処理待ちキューと同期方法
  - 処理の優先順位
- 入出力資源管理プログラムの構造
  - デバイスドライバ
  - BIOS
- 入出力資源としてのファイル
  - ファイルシステムのリエントラント性
  - 利用者インタフェース
  - ファイルシステムの提供方法
  - デバイスインデペンデントとアクセス単位
  - 領域の割当て
  - 読込み／書出し単位
  - ファイル情報
  - 共有ファイルと排他制御

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

プログラム作成支援技術

QE & EQ Quality Create

- チューニング技術
  - 実行時チューニング
  - 立ち上げ時チューニング
  - 作成時チューニング
- モジュール設計
  - モジュール化（分割）
  - モジュールの独立性階層構造化
- トレードオフ
  - 機能
  - 速度
  - プログラムサイズ
  - 言語選択
  - 汎用性
- 高信頼性
  - フォールトアボイダンス
  - フォールトトレランス
  - 高信頼化のための方式

フォールトアボイダンス
　初めから,信頼度の高い部品やバグの少ないソフトウエアを開発して信頼度の高いシステムを構築することを目指す
フォールトトレランス
　システムに障害が発生したときに、正常な動作を保ち続ける能力

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

組込みシステムのハードウエア技術

- 組込みシステムの基本アーキテクチャ
- MPU周りのアーキテクチャ
- I/O周りのアーキテクチャ
- 高信頼性設計技術
- 安全設計技術

QE & EQ Quality Create

組込みシステムの基本アーキテクチャ

QE & EQ Quality Create

- 組込みシステムのアーキテクチャ
  - 組込みシステムの機能分担
- MPUの種類
  - MPUの基本アーキテクチャ
  - 命令制御方式のアーキテクチャ
  - 命令セットのアーキテクチャ
  - DSPのアーキテクチャと応用
  - MPU選択のポイント
- マルチプロセッサシステム
  - マルチプロセッサの位置づけ
  - マルチプロセッサの分類
  - マルチプロセッサシステムの活用方法
  - マルチプロセッサシステムの構成例
- バスのアーキテクチャ
  - 組込みシステム内部のバス構成
  - 標準バス
  - バス選択上の考慮点

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

MPU周りのアーキテクチャ

QE & EQ Quality Create

- 割込み技術
  - 割込み要因
  - 割込み数の拡張方式
  - 割り込み受付のタイミングと割込み処理までの時間
- DMA技術
  - 転送モード
  - DMAとキャッシュの関係
  - DMAと仮想メモリ
  - その他の考慮点
- キャッシュメモリ技術
  - メモリアクセスの局所性
  - キャッシュメモリの動作
  - キャッシュメモリの方式
- 仮想記憶技術
  - 仮想記憶の特徴
  - 仮想記憶の機構
  - 仮想記憶の方式
  - メモリ保護

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

I/O周りのアーキテクチャ

QE & EQ Quality Create

- I/Oインターフェースの概要
  - 信号レベルの変換を行うインタフェースドライバ
  - LSIによるI/O
  - ASSPマイコンの利用
- I/Oインターフェースの応用技術
  - シリアル通信方式
  - パラレル通信方式
  - アナログインターフェース
  - 標準規格
- 周辺デバイス応用技術
  - パラレル入出力LSI
  - シリアル入出力LSI
  - タイマカウンタLSI
  - シングルチップマイコンの場合

ASSP（Application Specific Standard Produce）

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

高信頼性設計技術

QE & EQ Quality Create

- 誤り検出とマスク技術
  - 誤り種類と性質
  - CRCチェック回路
  - 誤り訂正符号と誤りマスク技術
  - 自己検査回路
- 冗長構成技術
  - 冗長構成とは
  - 並列冗長方式
  - 待機冗長方式
  - k-out-of-n冗長方式
  - 冗長方式の考慮点
- システム回復技術
  - 回復処理のフローとレベル
  - 保全による効果

CRC（Cyclic Redundancy Check）
k-out-of-n冗長方式
n個の要素のうち少なくともk個以上が機能しているとき全体として機能していると考えてよいシステム

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

安全設計技術

QE & EQ Quality Create

- 周囲からの影響
  - 電磁波障害への対策
  - 電源の瞬間停電･電圧低下への対策
  - 静電気障害への対策
  - 温湿度･塵埃などの周囲環境への対策
  - 人間の誤動作への対策
- 周囲への影響
  - 電磁波障害への対策
  - 漏電や感電への対策
  - 発熱や発火への対策
  - 危険な誤出力への対策
- 安全規格、製造物責任
  - 安全規格
  - 製造物責任

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

リアルタイムシステムの構築技術

- リアルタイム処理技術
- 機能の分割
- リアルタイムアプリケーションの設計
- リアルタイム処理システムコール
- リアルタイムカーネルの設計
- デバイスドライバの設計
- カーネル周辺機能の設計

QE & EQ
Quality Create

リアルタイム処理技術

QE & EQ
Quality Create

- リアルタイム処理とは
  - 時間制限のある処理
  - マルチタスク処理
  - 処理の優先順位
- イベントドリブン
  - スケジューリング方式
  - 割込みとイベントドリブン
  - プリエンプション下の処理（横取り）
- 割込みの意義
  - 機能の分割
  - 割込み処理とタスク
  - イベント発生の通知方法
  - 入出力待ち時間の解放
- 排他制御
  - 意義と手段
  - 排他制御時間の極小化
- 多重割込みの優先順位
  - 多重割込みの意味
  - ハードウエアによる優先順位の設定
  - ソフトウエアによる方法

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

機能の分割

QE & EQ Quality Create

- 機能概要
  - アプリケーション
  - カーネル
  - デバイスドライバ
- コンテキスト分類と優先順位
  - 実行のコンテキスト
  - スタックエリアと優先順位
  - コンテキストの設計と優先順位
- アプリケーション機能
  - タスク分割
  - タスク環境の設計
- カーネル機能
  - 多重割込みのスケジューリング
  - コンテキスト管理
  - タスクステータスの監視とスケジューリング
  - システムコールサービス
  - その他のカーネル管理
- デバイスドライバ機能
  - アプリケーションとしての実現
  - システムコール機能としての実現
  - 実現方法の特徴
  - 割込み制限時間の監視
  - デバイスドライバの同時並行処理
- その他の機能
  - プログラムリンク単位とローディング
  - ローディング方法
  - ファイル管理

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

リアルタイムアプリケーションの設計

QE & EQ Quality Create

- タスク設計
  - タスク分割
  - タスク関連図
  - タスク設計の考え方
- プログラム単位の設計
  - ローディング方法の検討
  - プログラムとタスク
  - タスクとプログラムの関連図
- ルーチン・データの共有
  - 意義と目的
  - 参照方法
  - 排他制御
- ファイルの共有
  - 管理方式
  - 排他制御
- 開発環境の共有
  - プログラム言語
  - リンケージエディタ
  - デバッガ
  - 開発システム
- ライブラリ
  - リエントラントとリカーシブ
  - C言語ライブラリのROM化の問題点
  - 共有ライブラリと組込みライブラリ
  - システムコールライブラリ

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

リアルタイム処理システムコール

QE & EQ Quality Create

- 概要
  - システムコールの役割
  - インプリメント技法
  - システムコール処理のためのサブルーチン
  - システムコールのエントリ処理
- 同期制御
  - 機能の具体例
  - 処理方式
- 排他制御
  - 機能の具体例
  - 処理方式
- タスク間通信
  - 機能の具体例
  - 処理方式
- タスクの生成／起動／終了／消滅
  - 機能の具体例
  - 処理方式
- メモリ管理
  - 機能の具体例
  - 処理方式
- プログラムのローディング
- ファイル管理とデバイスドライバの呼出し
  - 機能概要
  - 機能の具体例
  - 処理の方式

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

リアルタイムカーネルの設計

QE & EQ Quality Create

- 機能の設計
- 処理環境の設計
  - コンテキストとサブルーチン
  - 処理のスタック
  - 優先順位
  - 排他制御
- 共通ルーチン
  - ワークバッファ管理
- 割込み処理のコンテキスト管理
  - 割込み処理のコンテキスト
  - スタック
  - 割込み終了処理
  - 処理の具体例
- 多重割込みのスケジューラ
  - 設計上の考慮点
  - 具体例
- 割込み処理に対するサービス
  - 設計上の考慮点
  - 具体例
- システムコール
- タスクスケジューラ
- RTOSカーネルの構造
  - まとめと割込み処理の仕様
- 開発環境の選定
  - プログラム言語とオーバーヘッド

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

デバイスドライバの設計

QE & EQ Quality Create

- インプリメント技法
  - 概要
  - アプリケーションとしてのドライバ設計
  - OS機能としてのドライバ設計
- アプリケーションとしてのドライバ設計
  - カーネルの機能
  - 処理の方式
  - 開発環境
- OS機能としてのドライバ設計
  - カーネルが提供しなければならない機能
  - 処理の方式
  - 開発環境
- 特殊なドライバ
  - ポーリング
  - タイマ割込み

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

カーネル周辺機能の設計

QE & EQ Quality Create

- ファイル管理の設計
  - ファイル管理機能の概要
  - ファイルの割り当て方式
  - 設計上の問題点
  - インプリメント技法
- ローダの設計
  - ローダの役割
  - 開発システムとローダ
  - インプリメント技法
- 初期化機能の設計
  - システム開始
  - ブートローディング
  - カーネルの初期化
  - アプリケーションの起動

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

マイコンによる制御技術

- 制御理論
- システム制御方式
- 分散型制御
- メカトロニクス技術

QE & EQ
Quality Create

制御理論

QE & EQ
Quality Create

- 線形制御系
  - 制御システムの概要
  - 伝達関数
  - 応答特性
  - 安定性の検討
- サンプル値制御系
  - サンプル値制御系の概要
  - パルス伝達関数
  - 安定性
- 非線形制御系
  - 非線形制御要素と解析手法
  - 非線形制御系の解析手法

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

システム制御方式

QE & EQ Quality Create

- シーケンス制御
  - シーケンス制御の基本構成
  - シーケンス制御のモデリング手法
- フィードバック制御
  - プロセス制御
  - サーボ制御
- 各種の制御方式
  - 最近の制御方式
  - フィードフォワード制御
  - ファジー制御

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

分散型制御

QE & EQ Quality Create

- 制御システムの分割手法
  - 分散型制御方式
  - 分散制御システムの構成
- 分散型制御方式
  - 機能分散型制御方式
  - 資源共有型制御方式
  - 分散制御に関する今後の問題

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

メカトロニクス技術

QE & EQ Quality Create

- メカトロニクスのシステム概要
  - メカトロニクスとは
- メカトロニクスにおけるマイコン制御技術
  - シーケンス制御のマイコンによる実現
  - サーボ制御のマイコンによる実現
- メカトロニクスにおける制御要素技術
  - センサ技術
  - アクチュエータの技術
- メカトロニクスのソフトウエア技術
  - 割込みによる従来の方法
  - リアルタイムOSを用いる方法

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

組込みシステムの開発支援技術

- システム開発環境
- リアルタイムシステム分析設計技法
- シミュレーション技術

QE & EQ Quality Create

システム開発環境

QE & EQ Quality Create

- ソフトウエアの開発工程と開発支援ツール
  - システム分析と要求定義工程
  - システム設計及び開発計画工程
  - プログラム作成とプログラムテスト工程
  - ハードウエアとソフトウエアの結合テスト工程
  - システム評価工程
  - ソフトウエア保守工程
- プラットホーム
  - 開発環境プラットホーム
  - OSの選択
  - 分散開発環境
- 開発環境構築法及びその評価
  - 開発業務の分析
  - 開発環境構築法
  - 開発環境のサポート
  - 開発環境の評価

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

リアルタイムシステム分析設計技法

QE & EQ Quality Create

- 分析技法
  - リアルタイム構造化分析技法
  - オブジェクト指向分析技法
- 設計技法
  - 構造化設計技法
  - オブジェクト指向設計技法

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

シミュレーション技術

QE & EQ Quality Create

- ハードウエア記述言語
  - ハードウエア記述言語への移行
  - 設計工程の変化
  - ハードウエア記述言語の種類と特徴
- シミュレーション技術
  - シミュレーションの動向
  - 論理シミュレーション方式の種類と特徴
  - フレームワーク
- ASIC開発技法
  - ASICユーザと半導体メーカの役割分担
  - ASIC開発技法
  - FPGA設計環境

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

組込みソフト技術者が必要とするソフトウエア品質の知識

- ソフトウエア工学と標準化
- ソフトウエア開発における標準の適用法
- ソフトウエア品質管理
- 組込みソフトウエア設計品質向上策
- 直交表によるソフトウエアテスト技術

QE & EQ Quality Create

ソフトウエア工学と標準化

- ソフトウエア技術の変遷と標準化
- ソフトウエアの種類とソフトウエア工学
- ソフトウエア工学のアプローチ
- ソフトウエア製品開発の課題
- ソフトウエア工学における標準化発想
- ソフトウエア工学の標準化への取り組み

QE & EQ
Quality Create

ソフトウエア技術の変遷と標準化

QE & EQ
Quality Create

- ソフトウエアとソフトウエア製品
  - ソフトウエア開発者→
    ソフトウエア利用者
    （ソフトウエアからソフトウエア製品へ）
- プログラミングの時代
  - 紙とアセンブラ
  - プログラミングとデバッグの
    技法のない時代
- ソフトウエア開発の時代
  - 開発対象としてのソフトウエア
    （プログラムの集合）
  - 設計とテストの重要性の認識
  - プログラム構造とモジュール化
  - 文書化の重要性の認識
- ソフトウエア工学の時代
  - ダイクストラのGOTOレス
    プログラミングの提言
  - 大規模化とソフトウエア
    信頼性の確保
  - ソフトウエア開発ツールの導入
    （UNIX/PWB、要求分析支援、
    構文指向エディタ。。）
- ソフトウエア工場の時代
  - 企業戦略としてソフトウエア開発
    が位置づけられる
  - ソフトウエア開発を組織的に行う
    生産技術部門、生産管理部門、
    品質保証部門など、
    スタッフ部門も持つ
  - 開発環境・作業環境の整備
  - ソフトウエア開発標準の制定と
    実施

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ソフトウエアの種類とソフトウエア工学

QE & EQ Quality Create

- ソフトウエアの分類法
  - 規模による分類
  - 用途による分類
  - 応用分野による分類
  - 提供形態による分類
  - 専用度による分類
  - 対象情報の種類による分類
- 学術目的のソフトウエアの技術
- 大規模・ミッションクリティカルなソフトウエア
- 類似・量産ソフトウエア
- 流通ソフトウエア
- 組込みソフトウエア

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ソフトウエア工学のアプローチ

QE & EQ Quality Create

- 情報科学・情報工学的アプローチ
- 経営工学的アプローチ
- 人間工学・認知科学的アプローチ

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ソフトウエア製品開発の課題

QE & EQ Quality Create

- 背景とソフトウエア工学のニーズ
- 生産性向上とコストダウン
- 品質向上
- 納期の確保

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ソフトウエア工学における標準化発想

QE & EQ Quality Create

- プログラム言語
- ソフトウエアツール
- 部品化と再利用
- 統合標準

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ソフトウエア工学の標準化への取り組み

QE & EQ Quality Create

- ISOの標準化領域とレファレンスモデル
- 企業内でのJISの活用と標準化への取り組み

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ソフトウエア開発における標準の適用法

- ソフトウエアライフサイクル
- ライフサイクルの各段階における対応標準とその適用
- 企業内プロジェクトへの適用

QE & EQ Quality Create

ソフトウエアライフサイクル

QE & EQ Quality Create

- ソフトウエアライフサイクルモデル
  - ウォータフォールモデル
  - IEEEの定義
  - FIPS PUBによる定義
- JISにおけるライフサイクルモデル
  - JIS X 0126「応用システムの文書化要領」

FIPS PUB：Federal Information Processing Standards Publication（連邦情報処理規格）

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ライフサイクルの各段階における対応標準とその適用

QE & EQ Quality Create

- ライフサイクル全般
  - 応用システムの文書化要領
  - ソフトウエアの評価特性
  - ソフトウエア開発手法の評価特性
  - ソフトウエア文書の管理要領
- 要求定義、仕様、設計
  - 情報処理流れ図・ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ網図・ｼｽﾃﾑ資源図記号
  - 計算機システム構成の図記号と用法
- 設計、実現
  - 決定表
  - プログラムの構成要素及びその表記法
- 流通
  - 流通ソフトウエアパッケージの説明書と外装表示

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

企業内プロジェクトへの適用

QE & EQ Quality Create

- プロジェクト全般
  - 企業内プロジェクト標準の制定
- プロジェクトの段階
  - 文書様式の統一
  - 標準手法の教育

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ソフトウエア品質管理

- 品質管理概説
- 品質評価尺度と計測技術
- ソフトウエアの使いやすさの品質評価について
- 品質展開･品質機能展開によるシステム計画と管理
- バグ低減活動
- 直交表によるソフトウエアテスト技術

QE & EQ Quality Create

品質管理概説

QE & EQ Quality Create

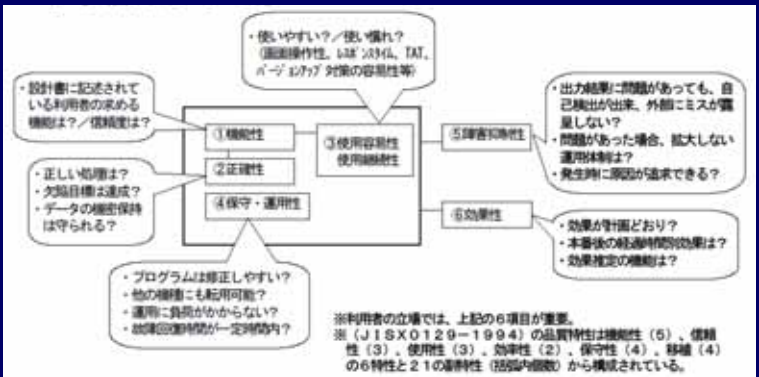
- ソフトウエアの品質管理は進展しているか
  - 市場の拡大とその質的変化
    ソフトウエアユーザの一般化、高信頼への要求
  - 先達の示唆は生かされているか
    - 検査中心の品質管理からの脱却
    - ソフト設計者のひとりよがりになるな
    - 仕様変更の浪費を防げ
    - 異常の発見とその解決に努力を集中せよ
    - 保守性を改善せよ

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

品質評価尺度と計測技術

QE & EQ Quality Create

- ソフトウエア品質管理上の問題
  - 品質をどのような品質特性で定義するか
  - 品質水準達成の為の開発工程管理と制御
- 品質評価・計測技術の流れ



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ソフトウエアの使いやすさの品質評価について

QE & EQ Quality Create

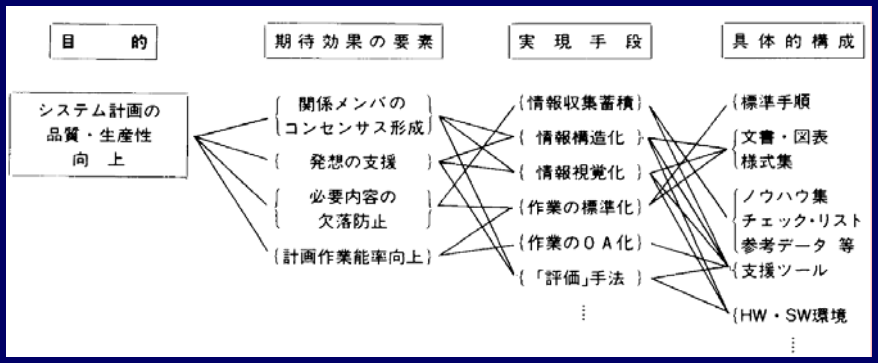
- 使いやすさ品質の必要性
  - ソフトウエア使用者の一般化
  - 利用者とのインターフェースが重要
- 評価の対象
  - システムの評価（機能、性能）
  - ユーザインターフェースの評価
- 概念的背景
  - 情報処理の人間的側面
  - ユーザ作業フェーズ
- 評価項目の設定方法
- 評価の実際

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

品質展開･品質機能展開によるシステム計画と管理（1）

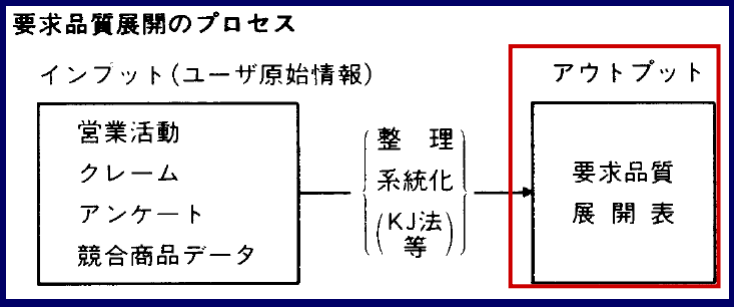
QE & EQ Quality Create

- ソフトウエア開発とシステム計画技法
  - 各種技法のその適用されるシステム計画のステップ



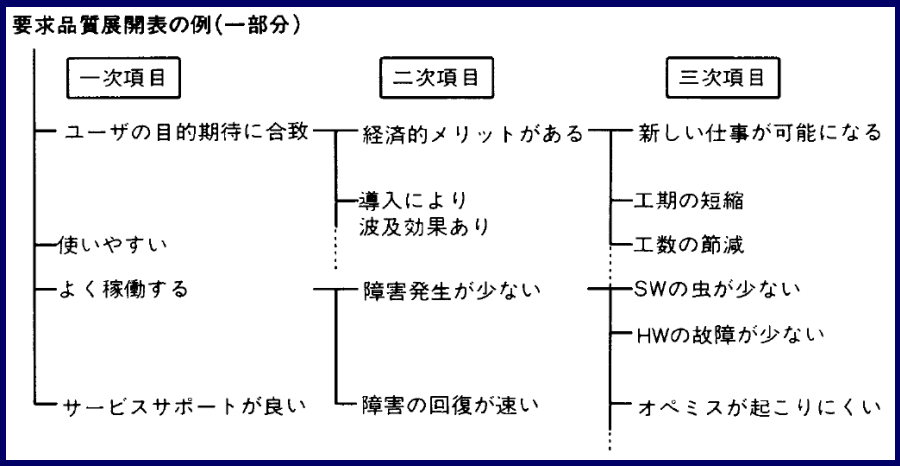
©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

- 品質展開･品質機能展開
  - ソフトウエア開発への応用の概略
  - 基本ステップの概略イメージ



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

- 品質展開･品質機能展開



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

バグ低減活動

QE & EQ Quality Create

- 基本に忠実に
  - バグはなくて当たり前
  - 悪さ加減を明らかに
- 障害記録の定着から
  - 作成のきっかけのつかみ方と問題点
  - 障害記録作成の定着への個別努力
  - 体系的な定着化努力
- 取り組み事例

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

組込みソフトウエア設計品質向上策

- システム機能開発におけるIPO概念の活用
- 階層状態遷移表の活用
- ソフトウエア要求仕様書から拡張階層化状態遷移表へ
- 条件判定の設計時における検証
- デバッグ時のモジュール内の変数値の境界チェックの方法
- プロジェクト管理におけるWBSと活用

QE & EQ Quality Create

取扱説明書から概要IPO表の作成

QE & EQ Quality Create

システム入力(I)／処理(P)／出力(O)の概要表

入力	処理	出力
使用者が直接操作する入力 ・キー ・ボタン ・ダイヤル ・タッチパネル ・ノブ ・スイッチ	製品の目的機能を具現化する処理 ・計測手法 ・タイマー ・サーボ制御 ・メモリー管理 ・メカ制御	製品から使用者に向けての出力 ・画面表示(LCD) ・音声 (ブザー、SP) ・表示ランプ ・ポンプ

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

概要IPO表からシステムIPO表への展開

QE & EQ Quality Create

システム入力(I)／処理(P)／出力(O)の概要表

入力	処理	出力
使用者が直接操作する入力 ・キー ・ボタン ・ダイヤル ・タッチパネル ・ノブ ・スイッチ	製品の目的機能を具現化する処理 ・計測手法 ・タイマー ・サーボ制御 ・メモリー管理 ・メカ制御	製品から使用者に向けての出力 ・画面表示(LCD) ・音声 (ブザー、SP) ・表示ランプ ・ポンプ

概要IPO表の(P)の部分を動かすのに必要なIPO表にブレークダウンする

システムIPO表

入力	処理	出力
目的機能具現化処理に必要な入力 ・センサ入力 ・タイマ割り込み ・リセット入力 処理結果で変更される ・フラグ ・関数の値	システムを駆動するための処理 ・入力ポートセンシング処理 ・リセット処理 ・タイマ割込処理 ・メモリー管理 ・モータドライブ処理 ・メカ制御	処理結果に基づく制御出力 ・メカドライブ ・モータドライブ ・アクチュエイタドライブ ・出力レジスタ ・カウンタ類

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

概要IPO表とシステムIPO表からシステム機能仕様へ

QE & EQ Quality Create

システム入力(I)／処理(P)／出力(O)の概要表

入力	処理	出力
使用者が直接操作する入力 ・キー ・ボタン ・ダイヤル ・タッチパネル ・ノブ ・スイッチ	製品の目的機能を具現化する処理 ・計測手法 ・タイマー ・サーボ制御 ・メモリー管理 ・メカ制御	製品から使用者に向けての出力 ・画面表示(LCD) ・音声 (ブザー、SP) ・表示ランプ ・ポンプ

システムIPO表

入力	処理	出力
目的機能具現化処理に必要な入力 ・センサ入力 ・タイマ割り込み ・リセット入力 処理結果で変更される ・フラグ ・関数の値	システムを駆動するための処理 ・入力ポートセンシング処理 ・リセット処理 ・タイマ割込処理 ・メモリー管理 ・モータドライブ処理 ・メカ制御	処理結果に基づく制御出力 ・メカドライブ ・モータドライブ ・アクチュエイタドライブ ・出力レジスタ ・カウンタ類

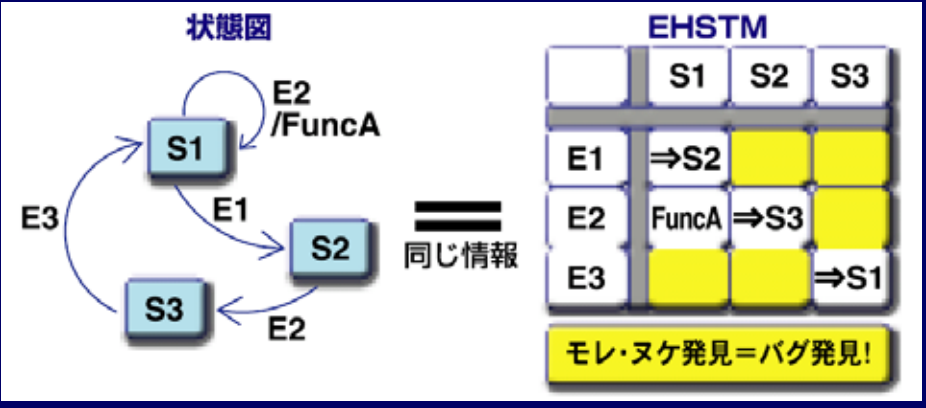
入力情報：
状態遷移表のイベント入力へ展開する
入力情報＋出力情報：
MPUのI/Oマップに展開する
処理：
各処理の状態(ステート)へ展開する

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

状態遷移表とは

QE & EQ Quality Create

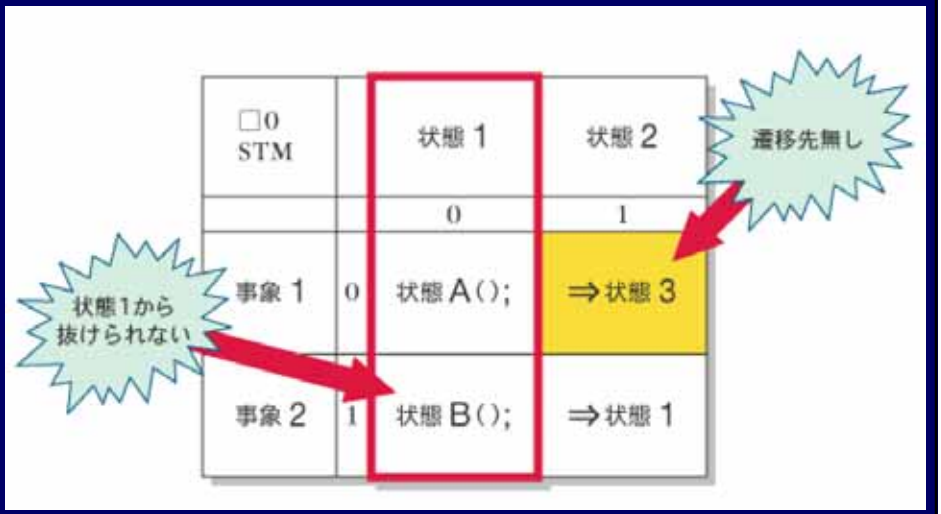
システムは、イベント(E)によって、
状態(S)が遷移してゆくことにより
要求された機能を実現すると考える。



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

状態遷移表による抜け、漏れチェック

QE & EQ Quality Create



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ソフトウエアと状態遷移の関係性（1）

QE & EQ Quality Create

- イベント
  - 入力デバイスの読み取り値
  - 割り込み（タイマー、I/O）
  - フラグの値
  - 関数の戻り値
  - イベント変数の値

I	P	O
イベント値	状態の処理	次の イベント値

- 状態
  - 処理モジュールの実体を表す
  - 処理の結果から次のイベントが発生する
  - 状態を遷移させるためには、イベントを発生させる

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ソフトウエアと状態遷移の関係性（2）

QE & EQ Quality Create

- イベントによって、状態を遷移させることは、処理モジュールの関係性を定義することになる。
- SRSから詳細設計によって、モジュール仕様にブレークダウンする際には、SRSから状態遷移表を設計する。
- ソフトウエアの構造を決定する際には、状態遷移の階層性とソフトウエアの階層性を合わせておくとデバッグが行いやすい。

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

SRSから拡張階層化状態遷移表への展開手順

QE & EQ Quality Create

- SRSからイベントを抽出する
- SRSからファンクションツリーに展開する
- ファンクションツリーからステートツリーを定義する
- ファンクション見出しのみの機能をステートフレームとして抽出する
- 実行処理部を伴う見出し機能をステートとして抽出する

SRS：ソフトウエア要求仕様書
拡張階層化状態遷移表に関することは以下の文書を参照
●「拡張階層化状態遷移表設計手法」渡辺政彦著 キャッツ
●「状態遷移表手法書入門」ZIPC付属ドキュメント

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

SRSの要求定義文の例

QE & EQ Quality Create

セキュリティロック機能

・ユーザー管理モードでは、ユーザー名などの個人情報を表示するため、電源ON時にロック解除コードの入力を要求し、一致するまで他の動作を行わないこと

- ・電源ON時に、上、下、戻る、Fボタンの4種類のボタンを押下し、押下した順番がロック解除コードと一致するかどうかを判定する
- ・4桁入力するか、決定ボタンを押下した時に、ロック解除コードとの一致判定を行う
- ・ロック解除コードは4種類のボタンの入力順を、1～4の任意の桁数で設定する
  - 4桁の例） 上　上　下　戻る
  - 2桁の例） 戻る　戻る
- ・ロック解除コードは操作端末で設定し、測定端末にデータ通信によって送信する
- ・ロック解除コードの桁数が0の場合、セキュリティ機能を無効とし、ロック解除コード入力の要求を行わない
- ・ロック解除コードと入力が一致しない場合、ロック解除コードが不一致であることを表示し、何度でも再入力することができること

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

SRSからイベント事項の抽出

QE & EQ Quality Create

SRSの要求定義文中に現れる、以下の要件はイベントとしての属性を持つ

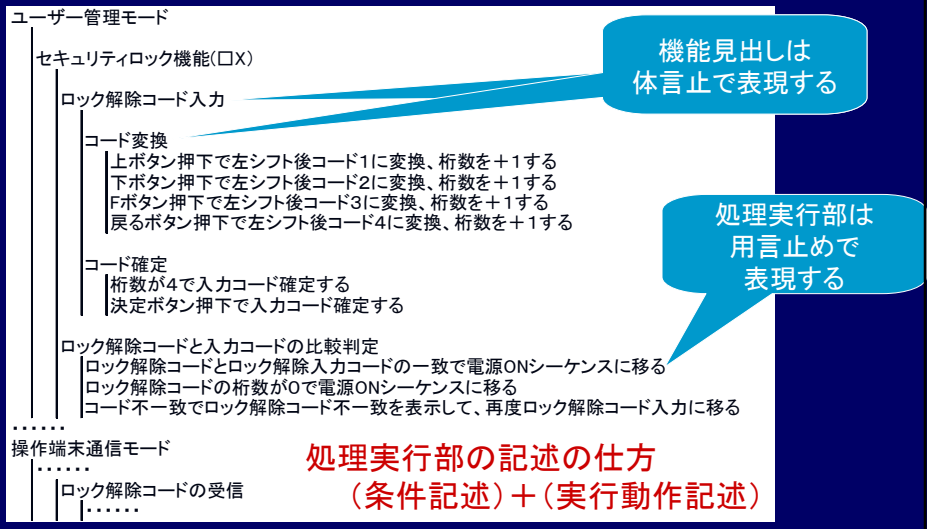
- システムの使用者が入力する事項
  （例）：上、下、戻る、F、決定の各操作ボタン
- システムの状態を変える条件判定事項
  （例）：ロック解除コードの値、ロック解除コードの桁数、入力されたコードの値、入力桁数
- 割込みにより値が設定される変数
- 割込み処理関数の戻り値

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

SRSからファンクションツリーへの展開

QE & EQ Quality Create

SRSから具現化すべき機能をツリー状に展開する。
思考として、Top Down／Bottom Upの両方向からファンクションツリーに展開する。



（押下されたボタンとそのコードは想定値で実際の値ではない）

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ファンクションツリーとステートツリーの関係

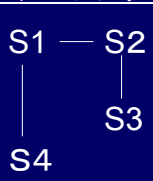
QE & EQ Quality Create

- ファンクションツリー⇒ステートツリー
- ファンクション見出しのみ⇒ステートフレーム（S1）
- ファンクション実行部を含む見出し⇒ステート（S2,S3,S4）

ファンクションツリー

ロック解除コード入力 ⇒S1
コード変換 ⇒S2
上ボタン押下で左シフト後コード1に変換、桁数を＋1する
下ボタン押下で左シフト後コード2に変換、桁数を＋1する
Fボタン押下で左シフト後コード3に変換、桁数を＋1する
戻るボタン押下で左シフト後コード4に変換、桁数を＋1する
コード確定 ⇒S3
桁数が4で入力コード確定する
決定ボタン押下で入力コード確定する
ロック解除コードと入力コードの比較判定 ⇒S4
ロック解除コードとロック解除入力コードの一致で電源ONシーケンスに移る
ロック解除コードの桁数が0で電源ONシーケンスに移る
コード不一致でロック解除コード不一致を表示して、再度ロック解除コード入力に移る

ステートツリー



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

SRSから抽出された状態遷移表

QE & EQ Quality Create

□X セキュリティロック		入力コード変換 S1 コード変換	コード確定	コード比較判定
	S	S2	S3	S4
	E	0	1	2
上ボタン	0	⇒S1 左シフト後コード1に変換； 桁数を＋1；	―	―
下ボタン	1	⇒S1 左シフト後コード2に変換； 桁数を＋1；	―	―
戻りボタン	2	⇒S1 左シフト後コード3に変換； 桁数を＋1；	―	―
Fボタン	3	⇒S1 左シフト後コード4に変換； 桁数を＋1；	―	―
決定ボタン	4	―	⇒S4 入力コード確定； 桁数を0にリセット；	―
入力桁数 ==4	5	―	⇒S4 入力コード確定； 桁数を0にリセット；	―
ロック解除コード== 入力コード	6	―	―	⇒電源ON コード一致；
ロック解除コード!=入 力コード	7	―	―	⇒S1 コード不一致表示；
設定されたロック解 除コード桁数==0	8	×	×	⇒電源ON （NOP）

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

条件判定の設計時における検証

QE & EQ Quality Create

- ソフトウエアバグの要因として条件判定の誤りがある。
- 出来上がってしまったソフトのブラックボックスチェックでこの条件判定の誤りを検出するのは困難な場合が多い。
- ソフトウエアの設計時に条件判定の妥当性を検証することがバグを未然に防ぐのに効果がある。

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

条件判定のコード設計時の留意点（1）

QE & EQ Quality Create

- 使用する変数
  - 変数の「型」の確認
    整数型　char、int、short int（略記 short）、long int（略記 long）
    実数型　float、double
  - 変数の取りうる値の範囲の確認
    判定式の判定結果をテストする際に必要となるので、変数の取りえる範囲に関する情報を確認する必要がある
- 使用する定数（判定値）
  - 定数には論理的な名前を与える
    C言語の#define文を使って判定値に名前を与える
    例：　#define limit_1（判定値）
  - 判定値は、使用する変数と同じ「型」で表記する
    C言語では、「型」が異なると暗黙的に「型」変換を行うので無用な「型」変換を行わないようにする為

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

条件判定のコード設計時の留意点（2）

QE & EQ Quality Create

- 判定式
  - 判定式の結果は、真（True）と偽（False）
    （判定式の結果）≠0：真、（判定式の結果）＝0：偽
  - 誤りやすい判定式の表記

正しい表記	誤った表記

int a = 0;
if (a == 0)
　printf("a は 0 と等しい¥n");
else
　printf("a は 0 と等しくない¥n");
	int a = 0;
	if (a = 0)
	　printf("a は 0 と等しい¥n");
	else
	　printf("a は 0 と等しくない¥n");

結果： 　a は 0 と等しい	結果： 　a は 0 と等しくない

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

条件判定のテストの手順(1)

QE & EQ Quality Create

- 判定式単体のテスト
  - 判定式で使用する変数の取りえる値を入力して判定式が返す結果(真、偽)が期待値通りかを確認する
  - 判定式をターゲットMPU上で実行できる環境がない場合は、Excelなどを使って式の評価をする
  - 判定式が簡単な場合は机上テストを行う

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

条件判定のテストの手順(2)

QE & EQ Quality Create

- 判定式を使って複雑な条件判定を行う場合
  ((判定式1)[論理演算子](判定式2))[論理演算子](判定式3)・・・・・
- 判定マトリクス(真理値表)を使用する

判定式1	判定式2	判定式3	・	・	・	期待値	検証結果
0	0	0	0	・	・	0	0
1	0	0	0	・	・	0	0
0	1	0	0	・	・	0	0
1	1	0	0	・	・	0	0
0	0	1	0	・	・	0	0
1	0	1	0	・	・	0	0
0	1	1	0	・	・	0	0
1	1	1	0	・	・	1	1
0	0	0	1	・	・	0	0
1	0	0	1	・	・	1	0
0	1	0	1	・	・	0	0
1	1	0	1	・	・	0	0
・	・	・	・	・	・	・	・
・	・	・	・	・	・	・	・

実際に変数に値を設定して判定した結果の検証値

2^n総当り表
or
2^n系直交表

正しく条件判定した場合の判定結果の期待値

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

デバッグ時のモジュール内の変数値の境界チェックの方法

QE & EQ Quality Create

- ソフトウエアバグの要因の一つに想定外の値を入力された時の不適切な処理がある。
- モジュールのテスト段階で、使用している変数の境界値外の値を故意に与えた時のモジュールの処理をテストする。
- 更に、デバッグ段階で、想定外の値が入力されたことを検出して、エラー表示させることで、結合テスト時の異常もテストすることができる。

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

モジュール内で使用する変数について

QE & EQ Quality Create

- グローバル変数

  各モジュールに共通に使用する変数で、対象モジュール以外のモジュール（割り込みモジュール含む）によっても値が変わるので、要注意の変数である。
- 引数

  上位モジュールから該当モジュールを呼び出す際に、引数として情報を渡すことがある。この際に、モジュールの想定外の値が渡される可能性がある。
- ローカル変数

  モジュール内でクローズして使用される変数でも、コーディングミスや不適切なアルゴリズムで、想定外の異常値が設定されることがある。

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

条件判定に境界値チェックを追加する

QE & EQ Quality Create

モジュール内の条件判定文(if,while,for,do…)である変数(siz)のとりえる値が、以下のような場合を例にする。

・1～5(シリンダーサイズNo.)
・SIZ_NUM //5(シリンダーサイズ数)
・E_SYR_LOW //6(下限)
・E_SYR_UPP //7(上限)
・E_SYR_ERR //8(異常)

上記範囲の値以外は、想定外の異常値とみなす。

左図の黄色の部分が境界値チェックのために追加されたコードで、条件付コンパイルされる。

特に重点的にチェックする変数は、
グローバル変数と引数およびそれらの
従属変数を対象にする。

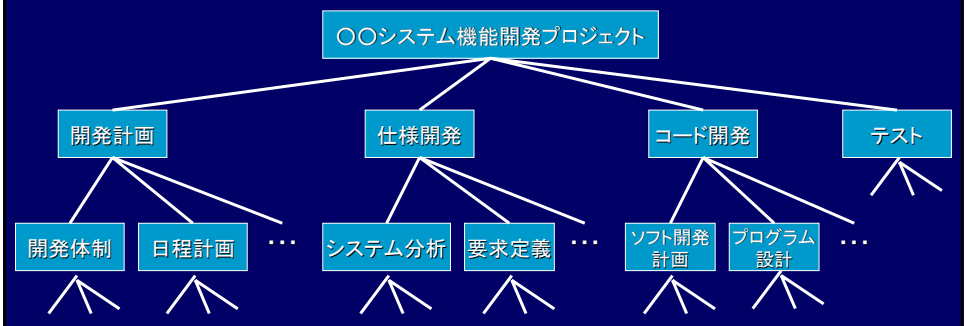
```
#define DEBUG "YES"
#ifdef DEBUG
  if(siz <= 0) {
    errmsg("siz under value¥n");
  }
  if(siz > E_SYR_ERR) {
    errmsg("siz over value¥n");
  }
#endif

  if ((siz >= 1) && (siz <= SIZ_NUM)) {
    //シリンダーサイズNo.1～5に対応する処理
  }
  else {
    switch (siz) {
      case E_SYR_LOW :
        //下限値の処理
        break;
      case E_SYR_UPP :
        //上限値の処理
        break;
      case E_SYR_ERR :
        //異常値の処理
        break;
    }
  }
```

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

WBS(Work Breakdown Structure)とは

QE & EQ Quality Create

- WBSは、
  プロジェクトの目的を達成する為に必要なことを
  大分類⇒中分類⇒・・・・⇒タスク(作業)まで
  ブレークダウンをした階層的な構成

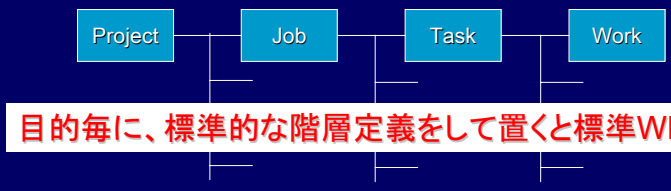


©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

WBS作成上の留意点

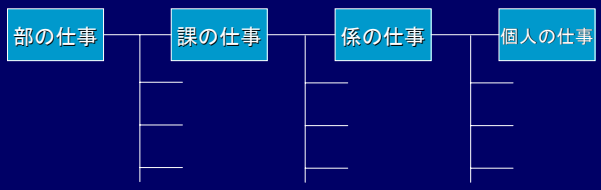
QE & EQ Quality Create

- WBSを活用する目的に応じた階層の定義
  - 例）プロジェクト管理への活用の場合



目的毎に、標準的な階層定義をして置くと標準WBSが作成し易い

  - 組織の業務への活用の場合



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

どのような活用方法があるか

QE & EQ Quality Create

- プロジェクト予実績管理
  - 業務量の予実績管理
  - スケジュール予実績管理
- 内外作区分の明確化
- 重点管理事項（リスク領域）の抽出
- 新規技術開発領域の特定
- 関連部門との機能役割分担の決定
- プロジェクト計画の精度向上
- 要員計画時の工数見積もり

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

システム機能開発業務のWBSと役割分担の例

QE & EQ Quality Create

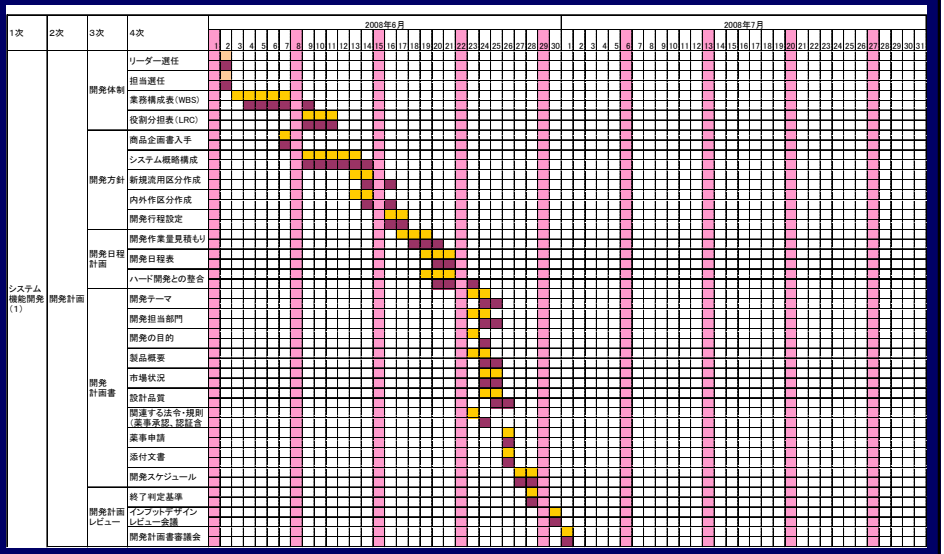
WBSは、業務を遂行するために「何をする必要があるか」を記述したもので、時間的な流れは含まれていません。

1次	2次	3次	4次	作業内容	クロス適合	内外区分	本社 企画部門	製品開発チーム 開発業務責任者	製品開発チーム 開発業務PL	製品開発チーム 開発業務担当者	製品開発チーム 品質検証責任者	ソフト開発チーム 開発業務責任者	ソフト開発チーム 開発業務PL	ソフト開発チーム 開発業務担当者
システム機能開発(2)	仕様開発(1)	製品仕様	設計仕様作成	設計仕様書を作成し相互に確認する				確認	確認	作成		確認	作成	
			「設計仕様書」の設定項目	詳細項目は、製品仕様記載項目リストを参照									確認	作成
			仕様設定の規則										確認	作成
			設計仕様書審議会	設計仕様書の妥当性を審議す				承認				報告		
		ハード構成の決定	入出力デバイスの選定	製品仕様に基づき最適なデバイスを選定する					確認	選定			確認	確認
			入出力I/F回路の設計	製品仕様に基づき最適な回路を設計する					確認	選定			確認	確認
			システムバスの決定	製品仕様の基づき最適なバス構成を選択する					確認	選定			確認	確認
			初期化回路の決定	製品仕様に基づき最適な初期化回路を設計する					確認	選定			確認	確認
			RAS機能の決定	製品の信頼度要求を満たすRAS機能を決定する					確認	選定			確認	確認
			多重化構成の決定	製品の信頼度要求に適合する多重化構成を決定する					確認	選定			確認	確認
		システム分析と要求定義(1)	要求機能項目の抽出	製品仕様に基づき具現化すべき要求機能を抽出する					確認					抽出
			外部I/F仕様の分析と定義	システム機能をPDで捉えて最適なI/Fを定義する									確認	定義
			ヒューマンインターフェース表示項目の抽出	製品仕様に基づき必要な表示項目を抽出する					確認				確認	抽出
			ヒューマンインターフェース操作項目の抽出	製品仕様に基づき使用者の操作項目を抽出する					確認				確認	抽出
			ヒューマンインターフェースデバイスの選定	製品仕様に基づき使用するデバイスを選定する					確認				確認	選定
			表示レイアウト決定	製品仕様に基づき表示内容と表示レイアウトを決定する					確認				確認	決定
			操作と表示シーケンス(状態遷移)決定	表示と操作から製品のマクロな状態遷移を決定する									確認	決定
			システム応答分析と定義	製品仕様に基づきシステムの応答時間を決定する					確認				確認	定義

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

スケジュール管理のWBS活用イメージ

QE & EQ Quality Create



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

組込みソフト技術者が必要とするコミュニケーションスキル

- プレゼンテーションスキル
- ファシリテーションスキル
- 自己認識力向上
- 行動変容

QE & EQ Quality Create

プレゼンテーションの目的

QE & EQ Quality Create

- 聞き手に伝えたいことを
- 効果的に伝えて
- 良く理解できるようにする

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

良い理解を得るために

QE & EQ Quality Create

- 伝えたい内容を良く整理しておく
- 伝えるべきことをわかり易く示す
- 聞き手が理解度の決定権を持つ
- 説明は一方的にならないように
- 聞き手の状況（専門性）に合わせる

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

起承転結だけがすべてではない

QE & EQ Quality Create

- 新しい概念思考的なことを伝える場合
  （目的）→（背景）→（必要性）→（概念説明）→
  （事例）→（効果）→（実践方法）
- 既に決まっている事実や体系を伝える場合
  （事象説明）→（背景）→（影響）→（対応方法）
- 参加者に考えてもらうことを重視する場合
  （目的説明）→（認識整合）→（論点抽出）→
  （意見交換）→（まとめ）

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

見やすい資料の作り方

QE & EQ Quality Create

- 見てわかる資料（◎）
- 読んでわかる資料（×）
- 文字の大きさ、背景の色、文字の色
- 図表の活用
- アニメーションの活用
- 音声・動画の活用

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

シナリオツールとしてのExcelの活用

QE & EQ Quality Create

	A
1	題目：パソコン活用による効果的なプレゼンテーション技法
2	
3	目的
4	・プレゼンテーションの効果を高めるため
5	
6	手段
7	・パソコンをうまく使いこなしてプレゼンテーションの効果を高める方法について
8	説明と事例を示す
9	
10	説明部
11	・プレゼンテーションの構成の選択について説明する
12	新しい概念思考的なことを伝える場合
13	そのような概念が必要であることを説明する
14	概念について専門外の人にわかるような説明をする
15	具体的な実施事例を効果を交えて紹介する
16	新しい概念の実践方法を説明する

思考ツール（ロジックツリー）として

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ファシリテーションとは

QE & EQ Quality Create

- 何のために行うのか？
  グループのコミュニケーションを改善して
  グループのアウトプットを最大化するために
  行われる
- 何をするのか？
  - 中立の立場で
  - グループのプロセスを管理して
  - チームワークを引き出し
  - グループの成果が最大化するように支援すること

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ファシリテーションの実施期待効果

QE & EQ Quality Create

- 参加者がプロセスよりも内容に集中出来る
- 参加者は全体最適の観点から考察･議論･
  意思決定･行動しやすくなる
- 組織は参加者各々の持つ知恵を活用出来る
- 問題解決、イノベーション、意思決定の
  助けになる
- 参加者への権限委譲と自律性を促進する
- 参加者同士のチーム団結力が高まる
- 決定に対しての参加者のコミットメントが
  得られる
- 会議の効率性が高まる

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ファシリテータとは

QE & EQ Quality Create

- その役割は？
  - グループの成果を最大化するため
  - 中立的な立場で
  - グループのプロセスを管理し
  - 議論の進行を導く役割を担う
- その基本マインドは？
  - 奉仕の精神
  - 成功への意欲
  - 向上心
  - 変革マインド

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

ファシリテータの基本スキル

QE & EQ Quality Create

- 積極的傾聴ができる
- 人の話が理解できる
- 考えを促す質問ができる
- 事実を引き出すことが出来る
- コミュニケーションコントロールが出来る
- 必要なツールを使いこなせる

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

プロジェクトボードの導入（1）

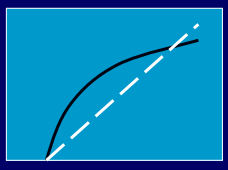
QE & EQ Quality Create

WBS L2	WBS L3	担当	（イベント表示板とバーチャートはマグネット板又は手書き） 仕様開発レビュー 6/1 6/8 6/15 6/22 6/29
仕様開発	ハード構成	SU 谷	
	システム分析	ME 須藤	
	要求定義	ME 谷津山	
	仕様レビュー	ME 石山	
コード開発	開発計画	ME 清田	
	PGM設計	ME 赤池	
	コードレビュー	ME 宮田	（4週間のスパンで掲示して、1週間づつローリングする）

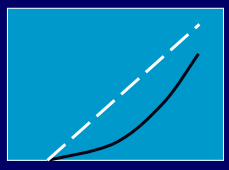
WBSのレベル2,3から抽出

定量指標

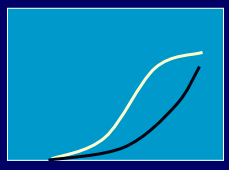
（SRS）仕様完成度



モジュール仕様完成度



累積バグ／修正曲線



グラフはExcelで作成しプリンタ出力を掲示

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

プロジェクトボードの導入（2）

QE & EQ Quality Create

課題と問題点リスト	担当	Status
操作仕様が不明確	山田	未
モーター仕様とドライブパラメータが未定	木下	中
測定タイミングチャートが未完成	吉田	難
・・	・・・・	・・・

（完了したらリストから外す）

担当	山田	木下	吉田	・・・・		
本日のToDo						

（毎日自己更新する）

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

プロジェクトボードの導入

QE & EQ Quality Create

- 目的
  プロジェクト成果物の品質向上と生産性の向上
- 目的達成手段
  - プロジェクト進捗管理の徹底の為にプロジェクト進捗状況の見える化
  - プロジェクト関係者のチームワーク強化の為にプロジェクトの関係者間のコミュニケーションを促進する
- 目的達成手段を具現化する方策
  - プロジェクト進捗管理の側面から掲示する項目
    - プロジェクトの状況を示す日程進捗表を掲示
      WBSから日程進捗重要管理項目を決定する
  - 役割分担表
    - WBSから役割分担を決定して担当者をアサインする
  - 成果物推移
    - 累積仕様定義完了数／変更数／予定数
    - 累積設計完了モジュール数(ステップ数)／予定数
    - 累積バグ曲線と累積修正曲線
  - コミュニケーション促進の側面から掲示する項目
    - 前日までの重大性の高い課題と問題点リストと担当者
    - 各メンバーの「本日のToDoリスト」

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

プロジェクトボードの運用（朝会）

QE & EQ Quality Create

- プロジェクトボードと朝会実施のコンセプト
  - プロジェクト管理とチーム力向上
  - プロジェクトメンバーを気持ち良く元気にする
- プロジェクトリーダーの役割
  - 課題の共通認識⇒解決は別の場で皆の知恵で
  - プロジェクトにおける役割認識の共有
  - 進捗表の更新確認⇒記入は随時行う
  - 昨日の振り返りと本日のToDoの掘り下げ質問
  - 進捗指標の予実績確認（データーは随時更新）
    - スケジュールの進捗⇒スケジュール予実績
    - SRSの進捗⇒定義すべき仕様項目の予実績
    - 詳細設計の進捗⇒定義すべきモジュール数の予実績
    - 品質指標の進捗⇒バグ累積／修正累積曲線

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

高品質コミュニケーションと他人理解

QE & EQ Quality Create

- 双方向コミュニケーションを行う
- 相手の言うことを良く聴く
- 相手の言うことを良く理解する
- 相手の思考パターンに合わせて話す

他人理解のために
自己認識を高める

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

対人関係モデル

QE & EQ Quality Create

- 自己管理力と人間関係の管理力
- 自己認識と他者認識

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

性格の把握の方法

QE & EQ Quality Create

- MBTI®（Myers-Briggs Type Indicator）とは
  - ユングの心理学的タイプ論をもとに一般の人々が実生活で活用できるように米国人親子によって開発された性格検査。
  - 米国では50年以上の実績を持ち、全世界で年間500万人が受検している。24カ国語に翻訳され、45カ国以上の国で利用されている。
  - 日本では2000年から本格的に導入されている。
  - 質問紙による結果はあくまでもきっかけと捉え、有資格者（認定ユーザー）の支援のもと、検証していくプロセスを重視。
  - 自己理解のツールとしてキャリアカウンセリング、リーダーシップトレーニング、チームビルディングなどに活用されている。

詳細は、ホームページ http://www.mbti.or.jp/ を参照

® Myers-Briggs Type Indicator and MBTI are registered trademarks of the Myers-Brigg Type Indicator Trust in the United States and other countries.

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

組織のTOPの役割

QE & EQ Quality Create

- なぜソフトウエア改革を推し進めるのかを事あるごとに多くの人に伝える。
- 改革を成し遂げるために今までとは異なるアプローチを敢えて行う覚悟をする。
- 改革を担う品質を高められる確かな方法を採用する。
- 確かな方法を実践できるキーメンバーをアサインする。
- 成果が見えるまで改革に取り組むメンバーを勇気付ける。
- 成果が出始めてもすぐにやめないで定着するまでやり続ける。
- さらなる革新を目指して、次のビジョンを示す。

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

メンバーの行動変容のステップ

QE & EQ Quality Create

- 危機意識or達成願望or使命感
- 変えることへの動機
- 新たな知見を得る（百聞は一見にしかず）
- 考え方を変える（百見は一考にしかず）
- やり方を変える（百考は一行にしかず）
- 良い結果を得る
- 日常行動にする
- より高いレベルへの挑戦

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

組込みソフト技術者の能力向上策

- スキルマッピング
  - スキルアセスメント
  - コンピテンシ診断とチーム内役割
- OJT計画
  - スキルマッピングとの整合
  - レビューにおける指導
- 立ち上げトレーニング
  - 時計の製作
  - トレーニングキット

QE & EQ Quality Create

組込みスキル基準（技術要素）

QE & EQ Quality Create

スキルカテゴリ	スキル粒度 第1階層	スキル粒度 第2階層	説明
技術要素	通信	有線	WAN,LANなど有線通信技術
		無線	電気通信事業用無線、一般業務用無線など無
		放送	デジタル放送,アナログ放送など放送技術
		インターネット	透過的データ転送,アプリケーションなどインターネット通信技術
	情報処理	情報入力	データ入力,音声入力など情報入力技術
		セキュリティ	暗号,著作権保護などセキュリティ技術
		データ処理	圧縮,データベースなどデータ処理技術
		情報出力	マークアップランゲージや文書ビューアなど情報出力技術
	マルチメディア	音声	データ処理,圧縮・伸張など音声処理技術
		静止画	データ処理,圧縮・伸張など静止画処理技術
		動画	データ処理,圧縮・伸張など動画処理技術
		統合	音声・画像などの統合処理技術
	ユーザインターフェース	人間系入力	ボタン,座標など人間系入力デバイス制御技術
		人間系出力	表示,音声など人間系出力デバイス制御技術
	ストレージ	メディア	リムーバブル,メモリなどストレージメディア技術
		インタフェース	リムーバブル,常時接続型などストレージインタフェース技術
		ファイルシステ	ISOやOSネイティブなどファイルシステム技術
	計測・制御	理化学系入力	電気,圧力,光など理化学系入力技術
		計測・制御処理	座標・運動,信号処理などの計測・制御技術
		理化学系出力	アクチュエータ,光,熱などの理化学系出力技術
	プラットフォーム	プロセッサ	CPU,GPUなどプロセッサ技術
		基本ソフトウエア	カーネル,ブートなど基本ソフトウェア技術
		支援機能	情報記録,情報収集など支援機能技術

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

組込みスキル基準（開発技術）

QE & EQ Quality Create

スキルカテゴリ	スキル粒度 第1階層	スキル粒度 第2階層	説明
開発技術	システム要求分析	要求の獲得と調整	インタビュー手法,マーケティング手法など
		システム分析と要求定義	モデリング手法,分析手法,要求定義など
		システム分析と要求定義のレビュー	レビュー手法,インスペクション手法など
	システム方式設計	ハードウェアとソフトウェア間の機能および性能分担の決定	設計手法,性能見積もり,FMEA,FTA,ソフトウェア見積もり手法,知的財産権など
		実現可能性の検証とデザインレビュー	レビュー手法,インスペクション手法など
	ソフトウェア要求分析	ソフトウェア要求事項の定義	モデリング手法,分析手法,要求定義など
		ソフトウェア要求事項の評価・レビュー	レビュー手法,インスペクション手法など
	ソフトウェア方式設計	ソフトウェア構造の決定	性能見積もり,信頼性設計,フォールトトレラント技術,ソフトウェア見積もり手法,知的財産権,再利用など
		ソフトウェア構造のデザインレビュー	レビュー手法,インスペクション手法など
	ソフトウェア詳細設計	ソフトウェアの詳細設計	設計手法,設計ツール,実時間性設計など
		ソフトウェアの詳細設計のレビュー	レビュー手法,インスペクション手法など
	ソフトウェアコード作成とテスト	プログラムの作成とプログラムテスト項目の抽出	プログラミング手法,プログラミングツール,構造,テスト設計手法,カバレッジ測定法,シミュレーションなど
		コードレビューとプログラムテスト項目のデザインレビュー	レビュー手法,インスペクション手法,静的解析ツール,動的解析ツールなど
		プログラムテストの実施	ドライバ,スタブ,テストツール,回帰テストなど
	ソフトウェア結合	ソフトウェア結合テスト仕様の設計	テスト設計手法,カバレッジ測定法,シミュレーション,シミュレーション,ハードウェア環境など
		ソフトウェア結合テストの実施	テストツール,JCE,モニタ,ロジックアナライザ,オシロスコープ,回帰テストなど
	ソフトウェア適格性確認テスト	ソフトウェア適格性確認テストの準備とレビュー	レビュー手法,インスペクション手法,受け入れテストなど
		ソフトウェア適格性確認テストの実施	テストツール,JCE,モニタ,ロジックアナライザ,オシロスコープ,回帰テストなど
	システム結合	テスト項目抽出とテスト手順の決定およびレ	レビュー手法,インスペクション手法など
		システム結合テストの実施	テストツール,JCE,モニタ,ロジックアナライザ,オシロスコープ,回帰テストなど
	システム適格性確認テスト	システム適格性確認テストの準備とレビュー	レビュー手法,インスペクション手法,受け入れテストなど
		システム適格性確認テストの実施	テストツール,回帰テストなど

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

組込みスキル基準（管理技術）

QE & EQ Quality Create

スキルカテゴリ	スキル粒度 第1階層	スキル粒度 第2階層	説明
管理技術	プロジェクトマネジメント	統合マネジメント	WBS,EVM,会議運営メソドロジ,レビュー手法など
		スコープマネジメント	WBS,変更管理など
		タイムマネジメント	パート図,ガント図,見積もり手法など
		コストマネジメント	ROI,ROE,見積もり手法,EVMなど
		品質マネジメント	監査,故障解析統計的手法,傾向分析など
		組織マネジメント	チームビルディング,OBSなど
		コミュニケーションマネジメン	情報配布手法など
		リスクマネジメント	リスク分析,デシジョンツリー分析,リスク等級など
		調達マネジメント	企画,調達先選定,契約,実績管理など
	開発プロセスマネジメント	開発プロセス設定	システム開発プロセス設定,レビュー設定など
		知財マネジメント	関連法規,管理システムなど
		開発環境マネジメント	開発環境企画,設計,構築,運用管理など
		構成管理・変更管理	識別,統制,記録,監査など

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

スキルアセスメント

QE & EQ Quality Create

役割期待レベル達成の為の補強領域
中級以上
初級

第0階層	第1階層	第2階層	担当者名 SD	SM	HT	UM	HG	NM	マイコン応用システム開発技術者テキスト
技術要素スキル	通信	有線							1-1.3 3-3.2
		無線							
		インターネット							
	情報処理	情報入力							3-3.3
		セキュリティ							
		データ処理							
		情報出力							
	ユーザーインターフェース	人間系入力							3-3.1,2,3
		人間系出力							3-3.1,2,3
	ストレージ	メディア							
		インターフェース							
		ファイルシステム							2-3.4 4-7.1
	計測・制御	理化学系入力							5-4.1,3
		計測・制御処理							5-1.1,2,3 5-2.1,2,3 5-3.1 5-4.1,.2
		理化学系出力							5-4.1,3
	プラットフォーム	プロセッサ							3-1.2,3 3-2.1,2,4 5-3.1,2
		基本ソフトウエア							4-1.1,2,3,4,5 4-2.1,2,3,4,5,6 4-3.5,6 4-5.1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 4-6.1,2,3,4 4-7.1,2
		支援機能							6-1.1,2,3

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

コンピテンシ診断とチーム内役割

QE & EQ Quality Create

技術者能力評価
　技術力を評価する質問にどのように答えたかから以下のことをアセスメントする。
　　達成行動能力
　　　困難を乗り越えて、高い目標をクリアしようとする行動能力
　　概念思考能力
　　　技術課題解決に必要とされる論理的な思考が行える能力
　　人間関係能力
　　　技術者が周囲の人と協力して技術成果をあげる能力
　　技術リーダーシップ能力
　　　技術者の持つ能力を引き出して技術課題を解決に導く能力

質問事項例

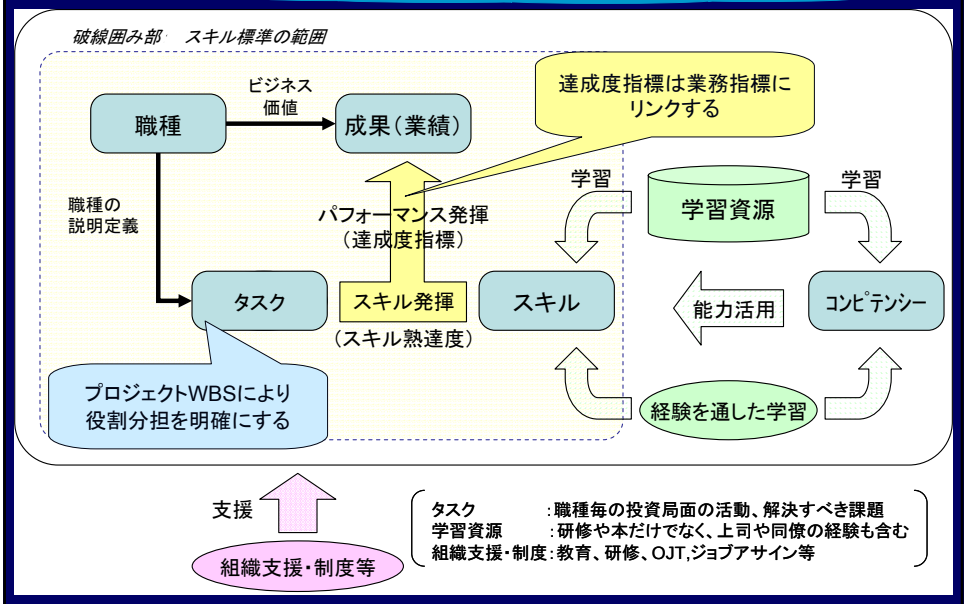
質問事項
　現在取り組まれている研究テーマはどのようにして選定されたのでしょうか？
　　（事実を抽出するために指導者との会話のシーンを想定してその場面で何をしているか聞いてみる）
　　（本当に自分の意志に基づくかを確認するためにテーマを選定した動機を掘り下げて聞いてみる）
　　（テーマ選定の為に、どのような動機で、どのような情報を、どのように集め、どのような選定基準で判断したかの
　　一連のシナリオに矛盾がないかを聞き出す）

質問事項
　現在取り組んでいる研究テーマの最終ゴールの目標は何でしょうか？
　　（事実を抽出するために指導者との会話のシーンを想定してその場面で何をしているか聞いてみる）
　　（独自に目標を設定している場合はなぜそのような目標を設定したのか根拠を聞いてみる）
　　（目標設定の為に、どのような動機で、どのような情報を、どのように集め、どのような設定基準で設定したかの
　　一連のシナリオに矛盾がないかを聞き出す）

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

スキル標準のモデル

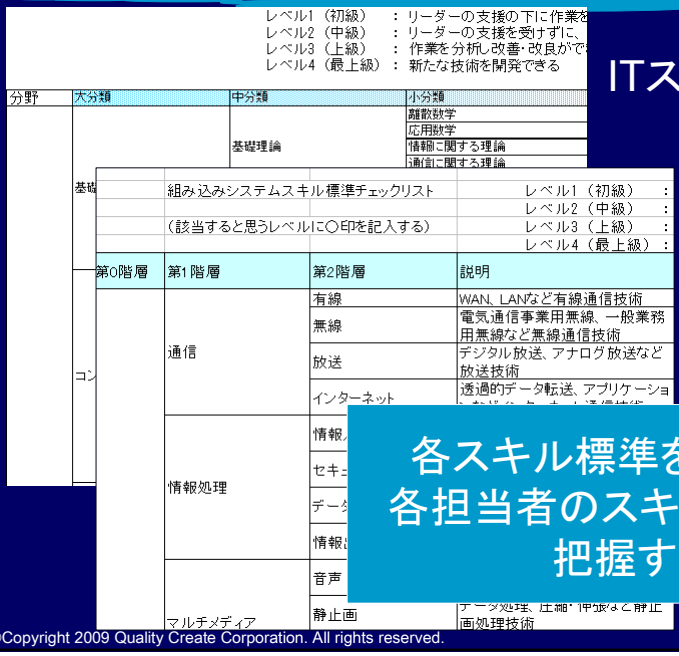
QE & EQ Quality Create



©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

業務上必要スキルとスキルレベル

QE & EQ Quality Create



レベル1（初級）　：リーダーの支援の下に作業を
レベル2（中級）　：リーダーの支援を受けずに、
レベル3（上級）　：作業を分析し改善・改良がで
レベル4（最上級）：新たな技術を開発できる

分野	大分類	中分類	小分類
		基礎理論	離散数学
			応用数学
			情報に関する理論
			通信に関する理論

組み込みシステムスキル標準チェックリスト
（該当すると思うレベルに○印を記入する）

レベル1（初級）：
レベル2（中級）：
レベル3（上級）：
レベル4（最上級）：

第0階層	第1階層	第2階層	説明
	通信	有線	WAN、LANなど有線通信技術
		無線	電気通信事業用無線、一般業務用無線など無線通信技術
		放送	デジタル放送、アナログ放送など放送技術
		インターネット	透過的データ転送、アプリケーショ
	情報処理	情報	
		セキ	
		デー	
		情報	
	マルチメディア	音声	
		静止画	データ処理、圧縮・伸張など静止画処理技術

ITスキル標準

組込みソフトスキル標準

各スキル標準をベースに
各担当者のスキルレベルを
把握する

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

育成の進め方

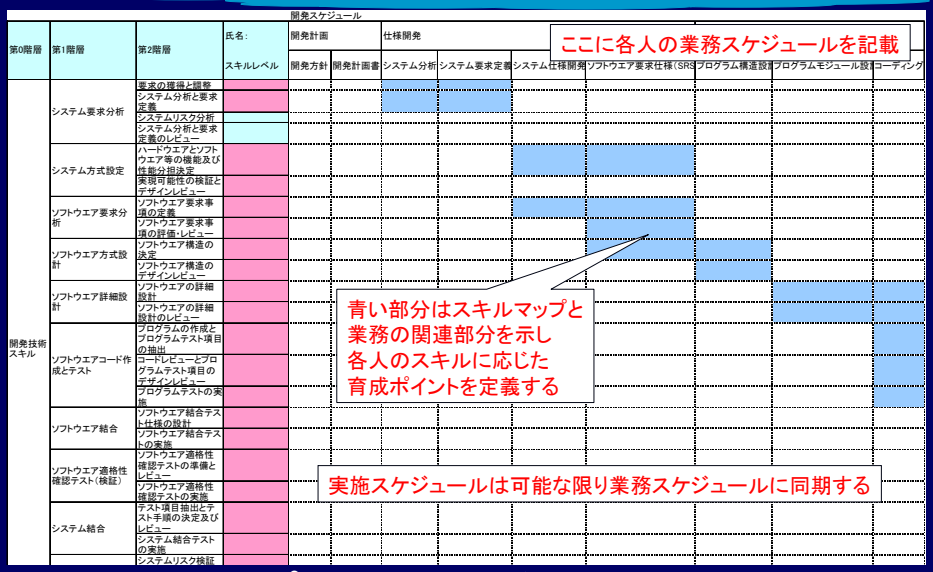
QE & EQ Quality Create

1. 業務計画と関連スキル把握のための面談
2. 担当業務に必要なスキルの確定
3. スキルレベルマッチング実施
   - 業務に必要なスキルと担当者のスキルの突合せ
   - 不足するスキルについての補強策提示
4. 共通スキル項目の補強は集合研修実施
5. 個別にスキルと業務計画をリンクした計画作成
6. 個別に強化必要なスキルは実務フォローする

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

具体的な実施方法

QE & EQ Quality Create



スキルマップと業務スケジュールを連携する

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

プログラム設計レビュー時のチェックポイント

QE & EQ Quality Create

- 設計資料（RAMマップ、プログラム構造、状態遷移表、タイミングチャート、I/O端子図、ブロック図etc）を用いてレビューを行う

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

1. 初期設定の確認

QE & EQ Quality Create

- マイコン周辺回路（ポート、PWMなど）の初期設定は明確か？
- 各外部デバイスの初期設定について（外部デバイスが内蔵するレジスタを持っているときは、その初期設定についても）明確か？
- 空きポートの設定について明確か？

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

2. 割込みの確認

QE & EQ Quality Create

- 使用している割り込みの名称と用途を確認する
- 多重割り込みを使用しているか？
  - 「はい」の場合は、各割り込み処理で使用（アクセス）するRAM領域、割り込みの優先順位とネスティングについて確認する。

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

3. スタンバイ・モードの確認

QE & EQ Quality Create

- スタンバイ・モードを使用しているか？
  - はい　（STOP・HALT）（どちらかに○をつける）
- スタンバイ・モードを使用している場合は、次の項目について確認する
  - スタンバイ・モードに入る条件
  - スタンバイ・モードから抜ける条件
  - スタンバイ・モード中に行っている処理
  - スタンバイ・モード中の周辺回路（特にポート）の設定

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

時計の製作

QE & EQ Quality Create

市販のマイコントレーニングキットに
7segLEDとLEDドライバ及び
タクトスイッチ数個を搭載して、
時計を製作させる。

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

トレーニングキットによる実習

QE & EQ
Quality Create

- 適用製品の組込みシステム
  実務で使用するデバッグ環境と同じ開発環境の評価冶具を用意する。
- 適用製品のマイコン部分のみを取り出したブレッドボードを使用する。
- 開発ターゲットの課題を与えて、システム開発の全工程を体験させる。

©Copyright 2009 Quality Create Corporation. All rights reserved.

本資料に関するお問い合わせは、
http://qcreate.jp/ の
「お問い合わせ」をクリックしてください。

QE & EQ
Quality Create